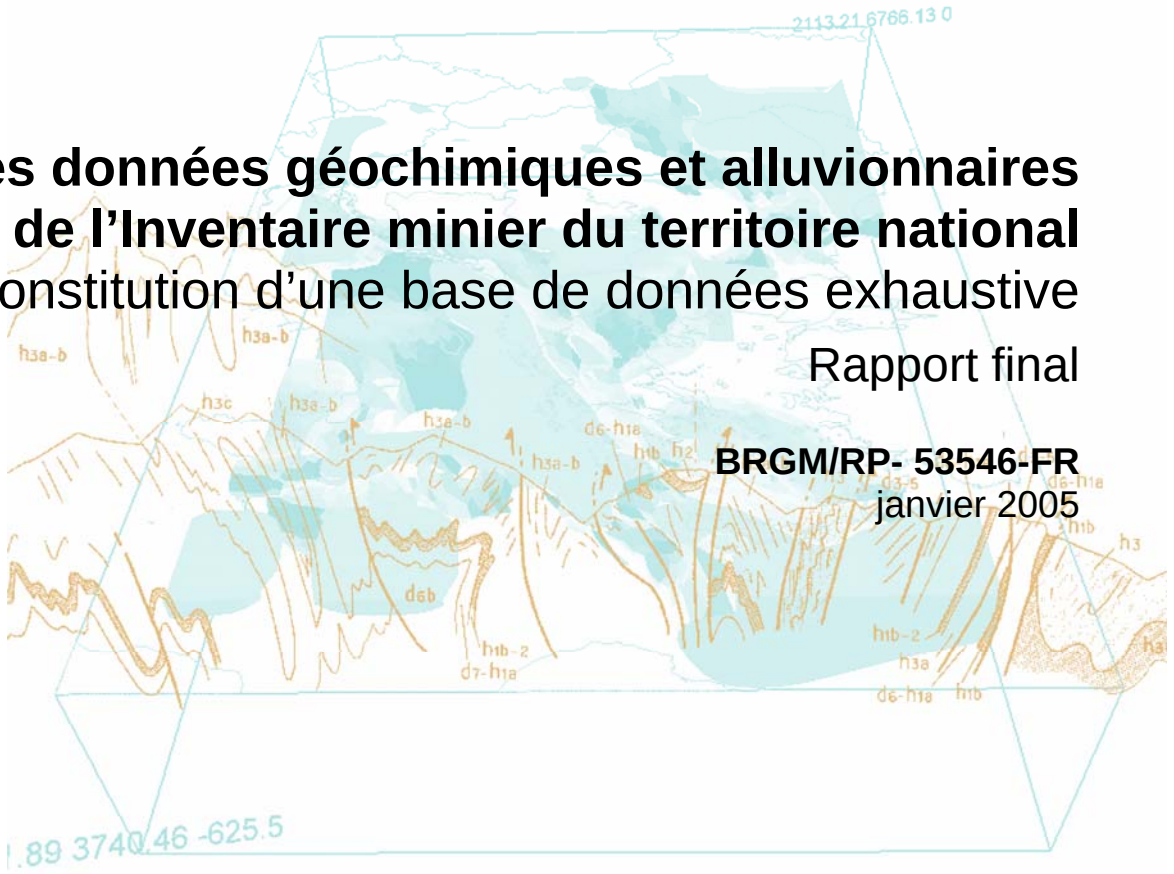
Extraits du rapport final

Les données géochimiques et alluvionnaires de l'Inventaire minier du territoire national

Constitution d'une base de données exhaustive

Rapport final

BRGM/RP- 53546-FR
janvier 2005



Géosciences pour une Terre durable
brgm

Les données géochimiques et alluvionnaires de l'Inventaire minier du territoire national

Constitution d'une base de données exhaustive

Rapport final

BRGM/RP-53546-FR
janvier 2005

Étude réalisée dans le cadre des opérations
de Recherche du BRGM 2005-RESD-02

A. Lambert

Vérificateur :	**Approbateur :**
Original signé par : Y. ITARD et I. SALPETEUR	Original signé par : B. LAMOUILLE

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Géosciences pour une Terre durable
brgm

Mots clés : Géochimie, Alluvionnaire, Prospection, Inventaire, Minier, Synthèse, France, Hercynien.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Lambert A. (2005) – Les données géochimiques et alluvionnaires de l'Inventaire minier du territoire national. Constitution d'une base de données exhaustive. Rapport final. BRGM/RP-53546-FR, 116 p., 6 fig., 6 tabl., 6 ann.

© BRGM, 2005, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

La présente étude a été réalisée dans le cadre du projet de Recherche « GEMS » qui comporte un module « SIG Ressources France ».

Le BRGM, conformément à sa mission de Service public et à la demande du Ministère de l'Industrie, a effectué de nombreuses campagnes de prospection géochimique à vocation minière entre les années 1975 et 1991 ; ces opérations étaient réalisées dans le cadre du programme « Inventaire des ressources minérales du territoire national ».

Les informations disponibles sont de natures diverses (nature des prélèvements, éléments analysés, méthodes analytiques) ; le système de géoréférencement des échantillons était également variable suivant les zones et la progression des travaux.

Ces résultats sont maintenant regroupés dans une base de données unique représentant plus de 280 000 échantillons.

Cette base a été complétée par près de 60 000 résultats analytiques correspondant au même type de prospection effectué par une société extérieure (SNEAP), et qui ont été fournis au BRGM.

Les résultats semi-quantitatifs de près de 100 000 études de minéraux en grain sont également intégrés ; ils correspondent à l'étude optique de minéraux lourds (concentrés de batées effectuées par les équipes du BRGM parallèlement à la prospection géochimique et avec la même finalité).

Étant donné le grand nombre de données, l'hétérogénéité des divers supports de stockage (qui ont dû suivre l'évolution des procédés d'archivage informatique), les transformations de format et l'absence des fichiers d'origine, la base de données a été constituée au mieux mais elle est encore perfectible.

Pour des raisons économiques et gîtologiques (la géochimie de surface n'étant pas considérée à l'époque comme un outil efficace pour évaluer le potentiel profond des grands bassins sédimentaires), ces données ne couvrent, à quelques exceptions près, que les vieux socles hercyniens et alpins, ce qui représente malgré tout une partie non négligeable du territoire (20 %).

Recherche, consultation et extraction de données sont maintenant possibles à partir de cette base, et peuvent intéresser différents secteurs d'activité : minier, cartographie géologique, environnement, archéologie, etc.

L'utilisateur final des données doit cependant garder à l'esprit la finalité première de ces campagnes d'échantillonnage, ainsi que l'existence de protocoles de prélèvement et d'analyse variables dans le temps et dans l'espace.

Sommaire

1. Introduction 7

2. Rappel succinct concernant les méthodes de prospection, échantillonnage et analyse 9

2.1. FINALITÉ 9

2.2. MÉTHODE 9

2.2.1. La prospection géochimique du BRGM 9

2.2.2. La prospection géochimique de la SNEAP 10

2.2.3. La prospection alluvionnaire du BRGM 11

3. Prospection géochimique « stratégique » BRGM 13

3.1. STATISTIQUES 13

3.2. CODIFICATION DE LA NATURE ET DU CONTEXTE DES PRÉLÈVEMENTS 17

3.3. REPRÉSENTATION DE LA COUVERTURE DU TERRITOIRE PAR L'INVENTAIRE BRGM 19

3.4. CRITIQUES DES DONNÉES ET LIMITES À L'UTILISATION 20

4. Prospection géochimique « stratégique » SNEAP 23

4.1. STATISTIQUES 23

4.2. CRITIQUES DES DONNÉES ET LIMITES À L'UTILISATION 25

5. Prospection alluvionnaire « stratégique » BRGM 26

5.1. STATISTIQUES 26

5.2. SIGNIFICATION DES CODES ET MODE D'EMPLOI DE LA BASE 27

5.3. CRITIQUES DES DONNÉES ET LIMITES À L'UTILISATION 30

6. Diffusion des données 31

7. Conclusion 33

Bibliographie 35

Liste des figures

Figure 1 – Répartition statistique des analyses multi-éléments selon les méthodes. 15
Figure 2 – Répartition statistique des Codes Terrain. 18
Figure 3 – Surface couverte par l'inventaire BRGM 19
Figure 4 – Surfaces couvertes par régions (en km^2). 20
Figure 5 – Répartition statistique des données disponibles par organisme. 23
Figure 6 – Répartition statistique des données alluvionnaires par région 26

Liste des tableaux

Tableau 1 - Contenu et structure de la table « BRGM_geo » de la base Access. 14
Tableau 2 – Nombre d'échantillons analysés par élément et méthodes analytiques concernées 16
Tableau 3 - Contenu et structure de la table « SNEA_geo » de la base Access. 24
Tableau 4 - Apport des données SNEAP sur deux régions (Massif Armoricain et Lorraine) 25
Tableau 5 - Contenu et structure de la table des données alluvionnaires de la base Access. 28

Liste des annexes

Annexe A – Flow-sheet du traitement des échantillons au BRGM 39
Annexe B – Localisations des échantillons géochimiques BRGM et SNEAP et distributions des valeurs de quelques éléments 41
Annexe C – Localisations des échantillons alluvionnaires BRGM et distributions de quelques minéraux 67
Annexe D – Liste des rapports « Inventaire » du BRGM 75
Annexe E – Paramètres analytiques du laboratoire BRGM Orléans pour les différentes méthodes utilisées 96
Annexe F – Synthèse des résultats géochimiques BRGM et SNEAP sur trois régions 105

1. Introduction

Le BRGM est actuellement détenteur de résultats analytiques concernant plusieurs centaines de milliers d'échantillons sur le territoire métropolitain. Ces échantillons proviennent de nombreuses campagnes de prospections prises en charge par l'État, dans le cadre de l'Inventaire minier du territoire national, et dont le but principal était l'approvisionnement en matières premières de la France.

Pour ce qui concerne le BRGM, entre les années 1975 et 1985, 296 coupures au 1/50 000 ont été partiellement ou totalement couvertes en prospection géochimique (et alluvionnaire) dite « stratégique », avec une densité d'échantillonnage variable (pour l'essentiel de l'ordre de trois échantillons par km²). Le matériel prélevé consistait en sédiments de ruisseau ou en sols. Les zones couvertes correspondent en général à celles connues pour receler des gisements (massifs hercyniens et leurs bordures sédimentaires, massifs alpins et pyrénéens). Les métaux recherchés au début de « l'Inventaire » étaient principalement les métaux de base et ceux liés aux intrusifs. L'or, pour des raisons de valeur économique et surtout de précision analytique (seuil analytique trop élevé pour être efficace), n'a été analysé qu'à partir du début des années 1980, et non systématiquement.

La société SNEAP, entre les années 1970 et 1986, a développé une activité de prospection minière pour son propre compte et, ayant abandonné ses intérêts miniers, a communiqué au Comité de l'Inventaire du territoire national les résultats analytiques correspondant. Le BRGM étant détenteur de ces données, elles sont donc incluses dans la base de données constituée.

Les deux groupes de données précédentes correspondent à des résultats d'analyses chimiques ; leur utilisation peut être d'ordre métallogénique (leur but premier), lithologique (aide à la cartographie), environnemental (fond naturel).

Le BRGM, au cours de l'Inventaire minier, a parallèlement mis en œuvre une méthode de prospection par batée (reconnaissance des minéraux lourds) ; les résultats sont également intégrés à la base de données. Leur utilisation peut être du même type que dans le cas des données géochimiques.

L'objectif de ce travail, réalisé dans le cadre du projet de Recherche GEMS, a été de compiler, dans une base unique, les données géochimiques du BRGM en y ajoutant celles de SNEAP, et les résultats provenant de la prospection par batée du BRGM. Pour chaque groupe de données une explication est fournie pour leur extraction et leur utilisation, ainsi que la mention de certains risques (biais analytiques, perte partielle d'information sur certains paramètres).

Les données consultables correspondent donc à trois groupes, pour l'instant indépendants les uns des autres dans la base (il est toutefois possible de faire une recherche commune par coordonnées, feuille, département, etc.) :

- géochimie stratégique par le BRGM : ruisseau, fond de vallon, sol ;
- géochimie stratégique par SNEAP : ruisseau, fond de vallon ;
- alluvionnaire par le BRGM : ruisseau.

2. Rappel succinct concernant les méthodes de prospection, échantillonnage et analyse

2.1. FINALITÉ

À la suite des travaux des pionniers de l'exploration géochimique (Hawkes H., 1947 ; Lakin, 1951 ; Webb J., 1953, aux États-Unis ; Sukoloff V.P., 1948, en URSS ; Granier C., 1958 et Sakowitch W., 1958 en France) qui démontraient l'efficacité de cette méthode, la France, comme beaucoup d'autres pays européens à l'époque, a décidé en 1975 de se doter d'un Inventaire géochimique du territoire.

Le but essentiel de l'exploration géochimique était donc d'estimer et optimiser l'évaluation du potentiel minier du territoire métropolitain et pour ce faire, obtenir le maximum d'informations permettant de déceler une quelconque minéralisation dans l'environnement de sites d'échantillonnage par l'analyse chimique : détection directe des métaux concernés, association d'éléments caractéristiques d'un type de minéralisation, mise en évidence de phénomènes minéralisateurs, caractérisation géochimique des formations lithologiques environnantes. La mise en évidence d'anomalies nouvelles devait également stimuler l'investissement minier en métropole.

2.2. MÉTHODE

2.2.1. La prospection géochimique du BRGM

Plusieurs tests ont été effectués au début et au cours de l'Inventaire ; ils devaient confirmer le choix de plusieurs paramètres (type de matériel, granulométrie, densité d'échantillonnage, profondeur de prélèvement, type d'analyses), le but étant d'optimiser la représentativité de l'échantillon par rapport au bassin, l'intensité du signal géochimique, la répétitivité de l'analyse, et ceci dans une fourchette de temps/coût réaliste.

La procédure suivante a été utilisée dès le démarrage des campagnes :

- densité d'échantillons de l'ordre de 2 à 3 par km² imposé par le paramètre « temps/coût » ;
- matériel : sédiment de ruisseau actif correspondant à des bassins de petite taille (idéalement de l'ordre du km², ce qui n'est pas toujours réalisable), ou prélèvement en base de thalweg sec et à environ 20 cm (à la base des racines) d'un type de sol/sédiment/colluvion dénommé ici « fond de vallon »[1] ;

[1] Dans certains cas, notamment dans la région sud-ouest, c'est le sol qui a été prélevé à maille de 500 m, (4 échantillons par km², sous l'humus à 20-30 cm de profondeur). Une des raisons de cette procédure d'échantillonnage, indépendante de la topographie, était de minimiser les effets de pollution anthropique dus à une activité minière ancienne dans certains districts (Wilhelm E. *et al.*, 1987).

- quantité de matériel brut : 1 à 3 kg de la partie fine superficielle, permettant d'extraire, après séchage et démottage, une quantité suffisante de la fraction granulométrique souhaitée ;
- taille granulométrique analysée : 0-125 µm incluant donc argiles, limons et silts fins ;
- type d'attaque : il a varié avec les méthodes analytiques :
  - attaque triacide (avec le DCP), partielle pour certains minéraux résistants (spinelle, zircon, tourmaline),
  - spectrométrie directe sur poudre (pour le quantomètre), donc mesure totale,
  - frittage au Na_2O_2 (pour l'ICP), donc mesure totale,
  - attaque triacide + HF spécifique (dans le cas de l'or), mesure totale ;
- type d'analyse : une ou plusieurs des méthodes suivantes :
  - absorption atomique : sur quelques éléments choisis parmi Cu, Pb, Zn, Pb, As, Mo, Bi, W ; concerne partiellement 16 coupures ; réalisations antérieures ou au début de l'Inventaire,
  - quantomètre : (spectrométrie d'étincelle) donne les résultats de 33 éléments ; ne concerne que six coupures IGN 150 000,
  - DCP : (spectrométrie d'émission à plasma conductif) ; 22 éléments fournis ; concerne l'essentiel des données géochimiques BRGM (partiellement ou totalement sur 243 coupures IGN),
  - ICP : (spectrométrie d'émission à plasma induit) ; 34 éléments fournis ; présent partiellement ou totalement sur 51 coupures,
  - colorimétrie : fluor du sédiment ; complémentaire à d'autres analyses et plus rarement effectué,
  - ionométrie : F de l'eau ; complémentaire à d'autres analyses et plus rarement effectué,
  - absorption atomique pour Au (seuil 20 ou 5 ppb) à partir du début des années 80, en complément d'analyse multi-élémentaire ; concerne 42 coupures.

La procédure de préparation des échantillons géochimiques sédiments ou sols est résumée sur la figure A-1 en annexe A.

2.2.2. La prospection géochimique de la SNEAP

En ce qui concerne les données provenant de SNEAP, la finalité était la même que pour le BRGM (recherche d'indices géochimiques de minéralisations) ; la procédure était similaire : sédiments de drains courts, fraction fine, analyse multi-élémentaire essentiellement par quantomètre.

2.2.3. La prospection alluvionnaire du BRGM

Le troisième volet mentionné ici concerne l'étude des concentrés de batée (« alluvionnaire »). Les résultats, bien que n'étant pas d'ordre géochimique, sont intégrés dans les bases de données car la finalité était la même.

Ces batées étaient effectuées en même temps que la prospection géochimique par des équipes de spécialistes BRGM sur une partie ou la totalité des sites échantillonnés en sédiments ; les résultats obtenus par cette technique sont largement dépendants de l'expérience du technicien ; aussi une formation était dispensée pour éviter de trop grands biais. Certaines régions toutefois n'ont pas fait l'objet de ce type de prospection (sud Massif Central, Alpes et S/E, ouest Pyrénées, Vendée, Normandie entres autres) ; inversement, il existe des données en Bretagne sans correspondance géochimique.

Les études étaient confiées à plusieurs laboratoires du BRGM (Orléans, Nantes…) ; elles consistaient schématiquement à identifier la présence, parmi les minéraux lourds, d'une cinquantaine de minéraux à intérêt économique ou non, et à en estimer les proportions relatives dans le sédiment d'origine (codage dans un premier temps, puis estimation semi-quantitative en utilisant une formule prenant en compte les poids de concentré, volume des batées, densité des minéraux).

La procédure de préparation des échantillons alluvionnaires est résumée sur la figure A-2 en annexe A.

3. Prospection géochimique « stratégique » BRGM

Dans une note éditée en 1996 (l'Inventaire géochimique du territoire français – HYDR/NT/96/078), J. Barbier a largement décrit l'historique, les méthodes de prélèvement et d'analyse, en ce qui concerne la prospection géochimique réalisée par le BRGM. Il ne sera donc traité ici que succinctement de ces aspects.

3.1. STATISTIQUES

Ces données sont publiques et leurs coordonnées sont actuellement consultables par Internet dans le site « Infoterre ». Les résultats analytiques eux-mêmes sont fournis sur demande par le BRGM.

Les données ont été extraites des fichiers informatisés antérieurement stockés sur l'ancien système informatique du BRGM (VAX) ; les données brutes sont actuellement conservées sur CD au service des ressources minérales du BRGM sous différents formats : (GDM /@BRGM, TXT, CSV, XLS, etc.) certaines en coordonnées Lambert II étendu, d'autres en Lambert zonal.

Certaines données antérieures à l'Inventaire, notamment en Bretagne, ont été également intégrées.

Une première phase de préparation a consisté à homogénéiser toutes ces données et à les intégrer dans une base unique (Access) dont la description est donnée ci-après (tableau 1).

Le type d'analyse est précisé et donc, grosso modo, les éléments disponibles : ICP 34 éléments, DCP 22 éléments, quantomètre 33 éléments, autre (3 à 7 éléments : absorption atomique ou autre). Voir codage dans la table « BRGM_Geo_entier » pour la colonne « Methanal ».

Les seuils analytiques sont directement identifiables sur les valeurs de chaque élément, le signe moins (-) correspondant à « inférieur à » (<). Ces seuils sont fonction des méthodes analytiques employées qui elles-mêmes peuvent en comporter plusieurs en fonction des périodes ou de lots analytiques particuliers.

Nom du champ	Type de donnée	Description / unité
INDC	Texte	N° clef : unique = [N° de carte IGN _ N° d'échantillon]
INDC-B	Texte	unique = [N° de carte géol. BRGM _ N° d'échantillon]
BRGM	Texte	N° de carte géol. BRGM
IGN	Texte	N° de carte topo IGN 1/50 000
INDR	Texte	N° d'échantillon (origine terrain, parfois modifié si double sur la même feuille)
Bloc	Texte	6 régions (en abbréviations : armo., arden., vosg., central, alpes, pyren., cors)
Méthanal0	Texte	type analyse simplifiée : 1 = dcp ; 2 = icp ; 3 = quanto ; 4 = pluriélém AA
Méthanal	Texte	type analyse : D = dcp ; I = icp ; Q = quanto ; M = multi AA ; OR = AA ; FL = colorim ; Fh = ionom
CDTR	Texte	code terrain (type prélèvement, lithologie, etc.)
RAPnum	Texte	N° du rapport BRGM
RAPann	Texte	date du rapport BRGM
X	Numérique	coordonnée X en Lambert II étendu (mètres)
Y	Numérique	coordonnée Y en Lambert II étendu (mètres)
AU	Numérique	ppb
SIO_2	Numérique	%
AL_2X	Numérique	%
FE_2X	Numérique	%
CAO	Numérique	%
MGO	Numérique	%
K_2O	Numérique	%
NA_2O	Numérique	%
MNO	Numérique	%
TIO_2	Numérique	%
P_2O_5	Numérique	%
LI	Numérique	ppm
BE	Numérique	ppm
B	Numérique	ppm
V	Numérique	ppm
CR	Numérique	ppm
CO	Numérique	ppm
NI	Numérique	ppm
CU	Numérique	ppm
ZN	Numérique	ppm
AS	Numérique	ppm
SR	Numérique	ppm
Y	Numérique	ppm (Yt =pour éviter redondance avec la coordonnée)
NB	Numérique	ppm
MO	Numérique	ppm
AG	Numérique	ppm
CD	Numérique	ppm
SN	Numérique	ppm
SB	Numérique	ppm
BA	Numérique	ppm
LA	Numérique	ppm
CE	Numérique	ppm
W	Numérique	ppm
PB	Numérique	ppm
BI	Numérique	ppm
ZR	Numérique	ppm
F2	Numérique	ppm (fluor en sédiment - colorimétrie)
FHYD	Numérique	ppb (fluor en eau - ionométrie)

Tableau 1 - Contenu et structure de la table « BRGM_geo » de la base Access.

Recherche et extraction peuvent se faire sur cette base Access :

- par n° de carte (IGN ou BRGM),
- par région ou département ou commune,
- par type d'analyse,
- par élément,
- par code terrain.

Chaque échantillon analysé possède un numéro d'identification unique (mot clef) : INDC ← « n° feuille IGN » _ « n° terrain ». Le n° du rapport BRGM correspondant « Rapnum » (s'il existe) est attaché à chaque échantillon, ainsi que l'année du rapport « Rapann ».

Le total des échantillons rassemblés actuellement est de **284 435**, qui se répartissent comme suit :

- **234 379** analysés par DCP ;
- **34 999** analysés par ICP ;
- **10 122** analysés par Quantomètre ;
- **4 935** analysés par A.A. ou autre, pluriéléments (3 à 4 éléments parmi les 7 suivants : Cu, Pb, Zn, As, Ag, Au, Mo).

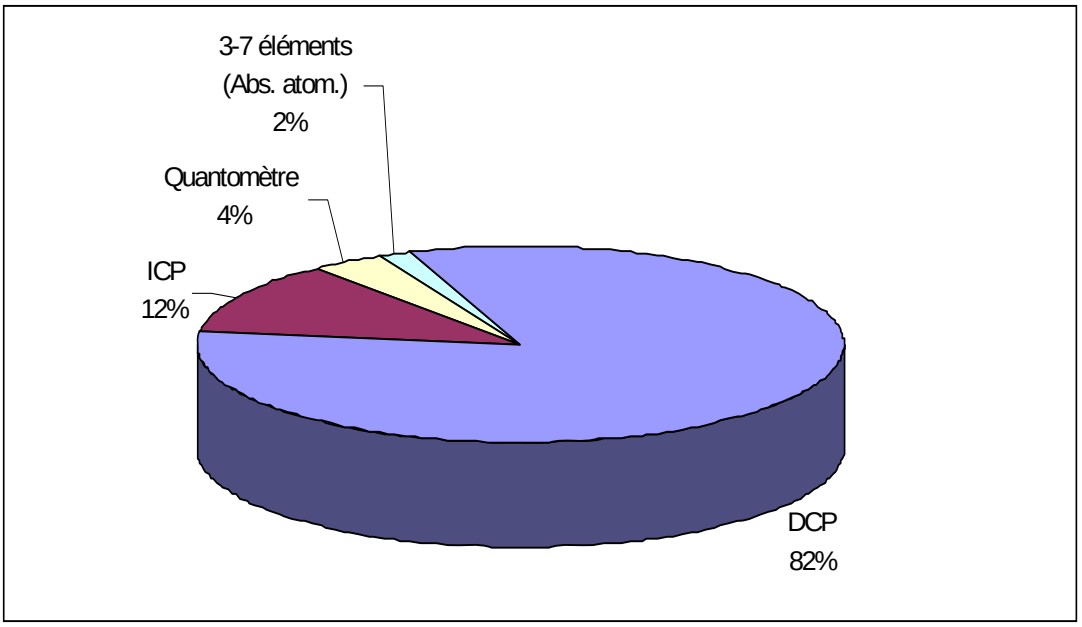


Figure 1 – Répartition statistique des analyses multi-éléments selon les méthodes.

Variable	Nombre	DCP	ICP	QUAN	COLO	IONO	A. A.
	284 435	Correspond à la totalité des échantillons présents dans la base et comportant un résultat pour un ou plusieurs éléments					
Au	25 399						X
SiO_2	45 122		X	X			
Al_20_3	45 122		X	X			
Fe_2O_3	276 394	X	X	X			
CaO	45 122		X	X			
MgO	45 122		X	X			
K_2O	45 122		X	X			
Na_2O	10 086			X			
MnO	278 153	X	X	X			
TiO_2	45 122		X	X			
P_2O_5	277 262	X	X	X			
Li	45 464		X				
Be	269 547	X	X	X			
B	278 448	X	X	X			
V	279 500	X	X	X			
Cr	279 500	X	X	X			
Co	279 500	X	X	X			
Ni	279 500	X	X	X			
Cu	282 622	X	X	X			X
Zn	283 538	X	X	X			X
As	279 344	X	X	X			X
Sr	45 464		X	X			
Y	278 443	X	X	X			
Nb	278 448	X	X	X			
Mo	280 396	X	X	X			X
Ag	281 671	X	X	X			X
Cd	279 500	X	X	X			
Sn	278 448	X	X	X			
Sb	280 396	X	X	X			X
Ba	278 448	X	X	X			
La	45 122		X	X			
Ce	34 998		X				
W	279 500	X	X	X			X
Pb	284 433	X	X	X			X
Bi	46 018		X	X			X
Zr	45 122		X	X			
F2	54 270				X		
FHYD	18 762					X	

Tableau 2 – Nombre d'échantillons analysés par élément et méthodes analytiques concernées.

Comme déjà signalé (§ 2.2.1.), des analyses complémentaires ont parfois été réalisées : Au (par A.A.), fluor (colorimétrie et/ou ionométrie). FHYD est un cas particulier puisque c'était le fluor de l'eau et non du sédiment qui était analysé.

La figure B-1 (en annexe) présente la localisation des sites de prélèvement et les différentes méthodes analytiques employées.

La localisation des échantillons analysés pour Au, F2 ou F hydro est représentée sur les figures B-3 à B-5.

Le décompte des analyses présentes dans la base Access est précisé dans le tableau 2.

3.2. CODIFICATION DE LA NATURE ET DU CONTEXTE DES PRÉLÈVEMENTS

Un système de codage des paramètres de terrain avait été institué au début de l'Inventaire et a été effectif jusque dans les années 1980 : code à 4 chiffres (CDTR dans la base de données Access). Ce codage est variable suivant les régions et époques.

La figure B-6 présente les secteurs dont les échantillons possèdent un « code terrain » (près de 240 000) dont les caractéristiques sont données ci-dessous :

- premier chiffre = type d'échantillon (figure 2) :
  - · 0 = sédiment en lit plus ou moins actif 81 130 échantillons,
  - · 1 = sol développé sur alluvions 31 200 échantillons,
  - · 2 = fond de vallon (sol en bas de thalweg sec) 74 674 échantillons,
  - · 3 = sol 50 646 échantillons,
  - · non définis 46 804 échantillons ;
- deuxième chiffre = culture :
  - · 0 = secteur non cultivé 111 075 échantillons,
  - · 1 = secteur cultivé 126 073 échantillons,
- troisième chiffre = marécage :
  - · 0 = terrain sec 233 842 échantillons,
  - · 1 = marécageux 2 986 échantillons,

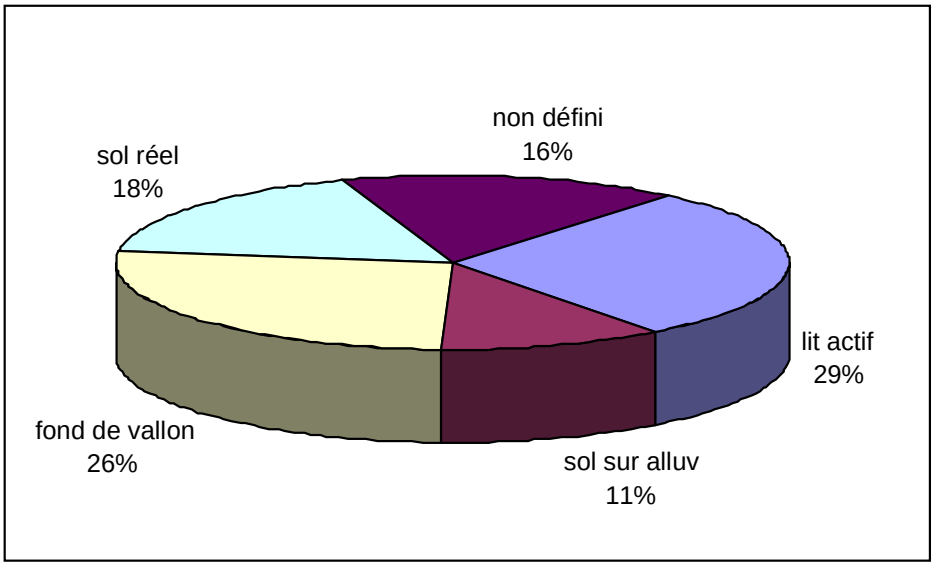


Figure 2 - Répartition statistique des Codes Terrain.

- quatrième chiffre = lithologie environnante :
  - 1 = granite,
  - 2 = gneiss, schistes,
  - 3 = sédimentaire,
  - 4 = roches volcaniques,
  - 5 = volcano-sédimentaire,
  - 6 = grès, schistes et poudingues houillers.

En fait, cette description est valable pour la division Massif Central et peut différer ailleurs (à vérifier par rapport concerné – voir annexe E, tableaux E-1 et 2).

À titre d'exemple, le code terrain (CDTR) « 2104 » signifie : prélèvement en « fond de vallon », sur zone cultivée, en terrain sec, en contexte volcanique.

Une partie de ce codage a été effectuée après la phase terrain, notamment pour la lithologie en utilisant les cartes géologiques existantes.

3.3. REPRÉSENTATION DE LA COUVERTURE DU TERRITOIRE PAR L'INVENTAIRE BRGM

La surface totale couverte par l'Inventaire géochimique représente un peu plus de 100 000 km², soit près de 20 % du Territoire métropolitain (figure 3 et annexe B-2).

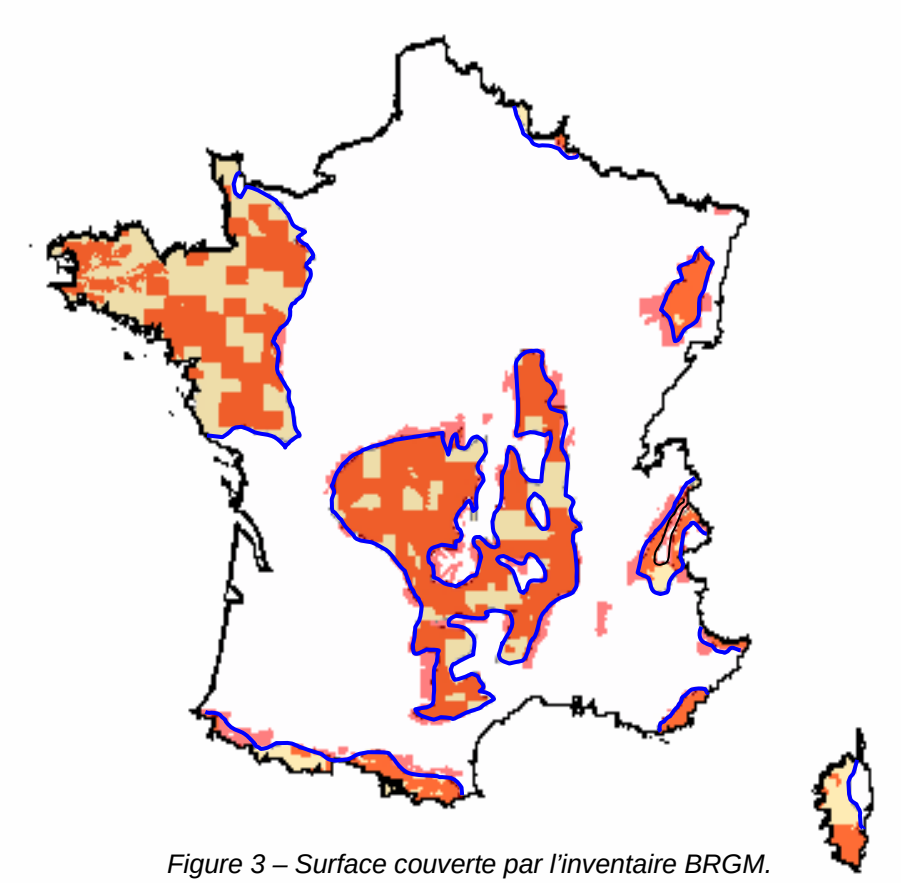


Figure 3 – Surface couverte par l'inventaire BRGM. Inventaire en rouge et limites « socle » en bleu.

Le détail par région géologique est chiffré dans le diagramme ci-dessous (figure 4) : superficies couvertes par la prospection avec en vis-à-vis la surface estimée du « socle » (anté-hercynien et massifs intrusifs) dont la totalité représente 150 000 km². **L'Inventaire a donc en réalité exploré les deux-tiers du socle affleurant sur le Territoire** (voir figure précédente et figure B2 en annexe).

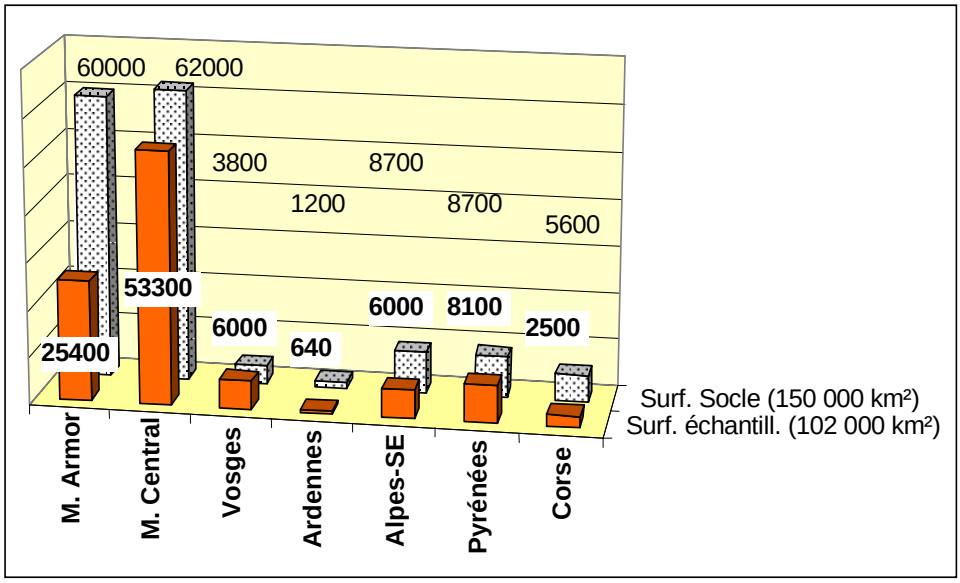


Figure 4 – Surfaces couvertes par régions (en km^2).

3.4. CRITIQUES DES DONNÉES ET LIMITES À L'UTILISATION

La principale difficulté d'utilisation de ces données tient à l'emploi de méthodes analytiques diverses au cours des 16 années de l'Inventaire.

En ce qui concerne les teneurs des éléments, on constate une plus ou moins grande hétérogénéité des résultats entre les feuilles (avec localement un saut brutal des teneurs de fond d'un élément) ou, plus exactement, entre les séries d'échantillons analysées, même sur des périodes courtes et avec la même procédure analytique. Il est évident que ce phénomène est encore accru pour des résultats provenant de différents types d'appareillage analytique et avec des mises en solution plus ou moins complètes.

Néanmoins, des traitements statistiques adaptés permettent dans la plupart des cas de reconstituer, région par région, des images cohérentes de répartition géochimique des éléments. Cette procédure a permis dans le passé la cartographie géochimique d'entité régionale dans le cadre des synthèses [Vosges, Morvan, Pyrénées, Sud-Limousin, Argentat-Châtaigneraie, linéament Sud-Armoricain, etc.] Elle peut être également poussée au-delà de l'échelle de ces synthèses « locales » pour cartographier des massifs entiers (voir les exemples dans le Massif Central et le Massif Armoricain en annexe F).

En annexe B, sont représentées les répartitions (en isovaleurs des teneurs d'origine) de quelques métaux parmi la douzaine d'éléments communs aux trois principales méthodes analytiques ; ils présentent un éventail de valeurs suffisant pour permettre une interpolation brute, et les figures correspondantes permettent de visualiser les secteurs à problèmes de « raccord » : figures B-7 à B-10 pour As, Cu, Pb, Zn ; figures

B-11 à B-20 pour d'autres variables à signification principalement lithologique (l'échelle de ces images – 1/6 000 000 environ – ne permet qu'un premier aperçu) ; il est nécessaire d'effectuer une extraction des données d'un secteur concerné par une étude particulière pour « corriger » (harmoniser) au mieux les valeurs.

Pour ce qui concerne l'utilisation de ces données dans le **domaine de l'environnement**, les seuils de détection d'un certain nombre d'éléments écosensibles, comme As (10 ou 20 ppm selon la méthode), Cd (1, 2 ou 5 ppm), Sb (10, 20 ou 30 ppm), Ag (0,2 ou 0,5 ppm), Mo (2 ou 5 ppm), Sn (10 ou 20 ppm), peuvent paraître trop élevés pour permettre une définition correcte du fond géochimique naturel pour ces éléments, quelle que soit la lithologie envisagée. Les résultats analytiques de l'Inventaire sont pour plus de 90 % d'entre eux inférieurs aux seuils. Néanmoins, ce sont surtout les valeurs élevées, donc anomales, qui intéressent l'Environnement. Comme on peut le constater pour l'arsenic, il existe une relation étroite entre As sol ou sédiment de l'Inventaire et As eau de source ou de puits, et cette corrélation ne commence à être effective que pour des teneurs largement supérieures au seuil analytique (Barbier J., Chéry L., 1995). Les données de l'Inventaire, qui couvrent uniformément de grandes superficies, peuvent donc se révéler un outil précieux dans ce domaine.

4. Prospection géochimique « stratégique » SNEAP

4.1. STATISTIQUES

Ces données correspondent à des campagnes de prospection géochimique exécutées par SNEAP dans les années 1970-1980 sur des zones en général différentes de celles de l'Inventaire Minier couvert par le BRGM (bien que parfois les chevauchant partiellement) ; elles ont été mises à la disposition du comité de l'Inventaire du territoire national.

Leur localisation est donnée sur les figures B-2 et B-21 de l'annexe B.

Ce sont dans tous les cas des analyses par spectrométrie d'émission sur poudre (quantomètre) pour la majorité des éléments, avec un nombre d'éléments analysés variable suivant les zones. Ces éléments sont :

- pour les majeurs : Fe, Si, Al, Ca, Mg, K, Ti, P, Mn ;
- pour les traces : Pb, Zn, Cu, Ba, Ag, Bi, As, Sn, B, V, Mo, Cr, Ni, Co, Sr, Sb, Be, Zr, La, Li, W, Cd, F ;
- d'autres paramètres non analysés en routine par le BRGM : Cl, Br, In, Ga, Ge et la « perte au feu » PF.

Le total de ces échantillons est de **58 633**, ce qui représente 17 % de la totalité des données BRGM + SNEAP (figure 5).

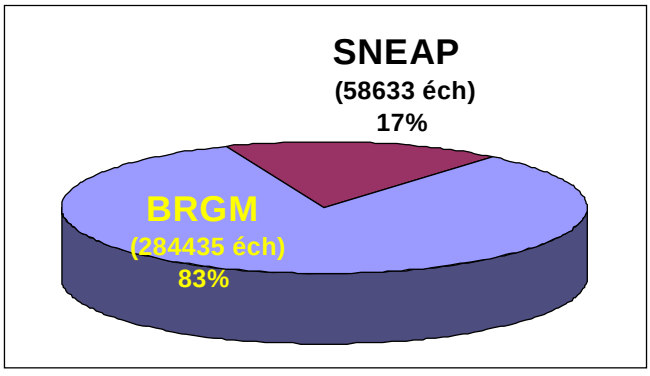


Figure 5 – Répartition statistique des données disponibles par organisme.

La structure de la table « SNEA_geo » de la base Access est donnée ci-après (tableau 4) :

Nom du champ	Type de données	Description/unité

INDC	Texte	N° clef : unique = [N° de carte IGN _ N° d'échantillon]
BRGM	Texte	N° de carte géol. BRGM
IGN	Texte	N° de carte topo. IGN 1/50 000
INDR	Texte	N° d'échantillon (origine terrain, parfois modifié si double sur la même feuille)
X	Numérique	coordonnée X en Lambert II étendu (mètres)
Y	Numérique	coordonnée Yen Lambert II étendu (mètres)
PB	Numérique	ppm
ZN	Numérique	ppm
CU	Numérique	ppm
BA	Numérique	ppm
AG	Numérique	ppm
BI	Numérique	ppm
AS	Numérique	ppm
SN	Numérique	ppm
B	Numérique	ppm
V	Numérique	ppm
MO	Numérique	ppm
CR	Numérique	ppm
NI	Numérique	ppm
CO	Numérique	ppm
SR	Numérique	ppm
SB	Numérique	ppm
GA	Numérique	ppm
GE	Numérique	ppm
BE	Numérique	ppm
ZR	Numérique	ppm
LA	Numérique	ppm
LI	Numérique	ppm
MN	Numérique	ppm
FE	Numérique	%
SI	Numérique	%
AL	Numérique	%
CA	Numérique	%
CA_cor	Numérique	Ca corrigé (%)
MG	Numérique	%
MG_cor	Numérique	Mg corrigé (%)
K	Numérique	%
K_cor	Numérique	K corrigé (%)
TI	Numérique	%
TI_cor	Numérique	Ti corrigé (%)
SC	Numérique	ppm
W	Numérique	ppm
P	Numérique	ppm
U	Numérique	ppm
F	Numérique	ppm

Tableau 3 - Contenu et structure de la table « SNEA_geo » de la base Access.

4.2. CRITIQUES DES DONNÉES ET LIMITES À L'UTILISATION

Les valeurs négatives correspondent à la limite inférieure de dosabilité ; ex. : As = -50 → As < 50 ppm.

Les limites analytiques ont été très fluctuantes et ne sont donc pas fournies.

La récupération d'une partie des données pour quelques éléments a été faite en Ti_cor, Ca_cor, Mg_cor et K_cor, mais il convient de vérifier la cohérence par zone (en se basant sur la lithologie par exemple). La justesse de ces données peut encore être améliorée.

À titre d'exemple une représentation des valeurs du titane corrigé est donnée en annexe (figure B-22).

Pour certaines régions comme le Massif Armoricain ou la Lorraine, l'échantillonnage SNEAP comble des vides laissés par l'Inventaire BRGM (tableau 5). Il est alors possible, soit d'utiliser les résultats originaux, soit d'harmoniser les teneurs de certains éléments communs aux deux inventaires pour obtenir des images de répartition élémentaire homogènes comme celles présentées en annexe F (figures F-1 à F-6).

Zone		Unité	BRGM	SNEAP	Total couvert	Gain de couverture
Massif Armoricain	Nb d'échantillons		75 355	35 380	37 000 km²	+ 50 %
	Surface couverte	km²	26 500	15 000		
	Densité d'éch.	éch/km²	2,8	2,6		
	Recouvrement	%	10 %			
Lorraine	Nb échantillons		15 660	3 320	12 500 km²	+ 100 %
	Surface couverte	km²	6 000	7 200		
	Densité d'éch.	éch/km²	2,4	0,5		
	Recouvrement	%	5 %			

Tableau 4 - Apport des données SNEAP sur deux régions (Massif Armoricain et Lorraine).

- Pour le Massif Armoricain, les prospections des deux organismes ont porté en quasi totalité sur le socle, mais sur des zones généralement différentes.
- Dans le cas de la Lorraine, les données SNEAP couvrent surtout la bordure sédimentaire du socle vosgien, qui est lui-même échantillonné par le BRGM ; les données sont dans ce cas complémentaires. Le doublement de la surface représentée par l'échantillonnage (gain de couverture) est dû à une densité de prélèvement par SNEAP plus faible.

D'autres secteurs du territoire (principalement les départements Loire et Rhône et la région pyrénéenne) possèdent aussi des données SNEAP complémentaires à celles du BRGM.

5. Prospection alluvionnaire « stratégique » BRGM

La prospection alluvionnaire était effectuée en même temps que le prélèvement géochimique, sauf pour certaines zones de Bretagne où elle a été faite isolément (sans géochimie).

5.1. STATISTIQUES

Les traitements des échantillons après prélèvement ont pu différer suivant les époques et les divisions minières, mais d'une manière générale ils obéissaient à la procédure schématisée en annexe A.

Les fichiers informatisés récupérés sous différents formats contiennent les résultats des études sous plusieurs formes :

- reconnaissance des minéraux et codage (en relatif) de leur proportion : typ_cod 1 (16 697) ;
- ou pesée d'une partie des minéraux (en général ceux issus de minéralisation, soit 9 à 10 minéraux « utiles »), et donc estimation semi-quantitative pour ceux-ci, les autres minéraux étant encore en codage relatif : typ_cod 2 (61 991) ;
- ou estimation semi-quantitative de la totalité des minéraux reconnus, soit par pesée, soit par calcul suivant la formule donnée au paragraphe suivant : typ_cod 3 (16 925).

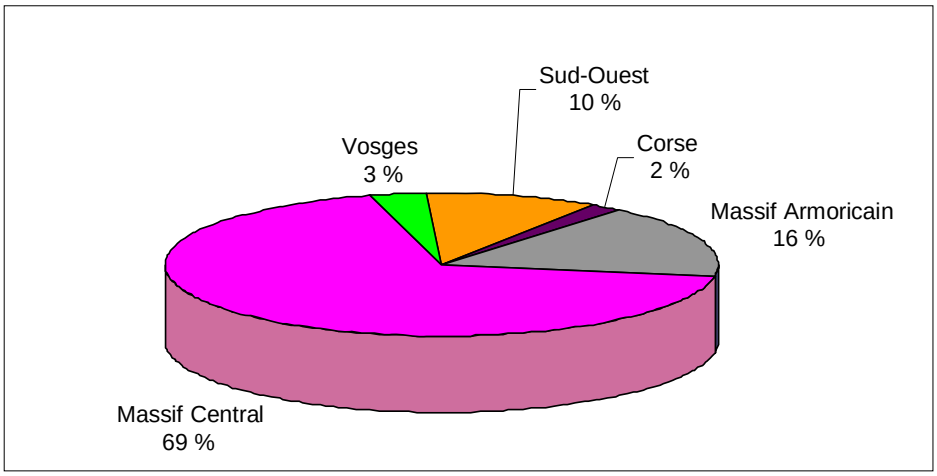


Figure 6 – Répartition statistique des données alluvionnaires par région.

Le total des points échantillonnés en alluvionnaire est de **96 924** qui se répartissent par région comme suit (figure 6) :

- Massif Armoricain : 15 990 ;
- Massif Central : 66 160 ;
- Vosges : 3 111 ;
- Sud-Ouest : 9 645 ;
- Corse : 2 018.

Ces données non traitées sont rassemblées dans la base Access (Inventaire.mdb, table « BRGM_ALU_orig ».

Lorsque cela a été possible (présence du poids du concentré), on a pu « quantifier » une partie de ces résultats, afin d'homogénéiser au mieux les données.

On peut en voir la localisation en figure C-1 (annexe C), et à titre d'exemple, les résultats positifs en or, galène, blende (figures C-2 à C-4).

5.2. SIGNIFICATION DES CODES ET MODE D'EMPLOI DE LA BASE

Les coordonnées sont en Lambert II étendu.

La sélection peut se faire par n° de feuille 1/50 000 IGN ou BRGM, par minéral, par coordonnées, par type de codage, par région, département ou commune, etc.

La base Access (Inventaire.mdb) contient deux tables (« BRGM_ALU_orig » et « BRGM_ALU_val ») ; la seconde dérive de la première après calcul (transformation des codes en valeurs (g/m^3), comme signalé au paragraphe précédent).

Lorsque les poids existent (corse typ_cod 1, Massif Central typ_cod 2) on a pu reconstituer les valeurs en g/m^3 suivant la formule :

$$\frac{\% \times Pds \times k \times 1\,000}{Vol \times 100} = g/m^3$$

où k = 1,2 = coefficient de foisonnement,

Pds = poids (g) du concentré,

Vol = volume batéyé, en litres (si absent = mis arbitrairement à 10),

% = nombre à substituer au code suivant l'équivalence suivante :

Code labo	% concentré	Code labo	% concentré
1	0,05	5	45
2	0,5	6	75
3	5	7	90
4	20		

Dans la table « BRGM_ALU_val », le champ « typ_cod » est un nombre à deux chiffres dont le second signale si les données ne sont pas quantifiées (typ_code = n1), le sont partiellement (typ_cod = n2) ou le sont totalement (typ_cod = n3).

Nom du champ	Type de donnée	Description
Indc	Texte	N° clef : [N° carte BRGM_N° échantillon (indr)]
Brgm	Texte	N° carte BRGM (géologique)
Indr	Texte	N° échantillon (unique dans chaque feuille)
region	Texte	région géographique abrégée
typ_cod	Numérique	n1 = code seul, n2 = valeur + code, n3 = valeur seule
X	Numérique	Coord X en Lambert II étendue
Y	Numérique	Coord Y en Lambert II étendue
x_old	Numérique	Lambert zonal ou ?
y_old	Numérique	Lambert zonal ou ?
Vol	Numérique	Volume batée
Pds	Numérique	Poids du concentré après bromoforme
CAS	Numérique	Cassitérite
CGT	Numérique	Colombo-tantalite
CIN	Numérique	Cinabre
SCH	Numérique	Schéelite
WOL	Numérique	Wolframite
GAL	Numérique	Galène
BLE	Numérique	Blende
PYR	Numérique	Pyromorphite
CHA	Numérique	Chalcopyrite
OR	Numérique	Or
AD	Numérique	Andalousite
AN	Numérique	Anatase

Tableau 5 - Contenu et structure de la table des données alluvionnaires de la base Access.

Nom du champ	Type de donnée	Description
AP	Numérique	Apatite
AX	Numérique	Amphibole
BT	Numérique	Biotite
BY	Numérique	Barytine
CC	Numérique	Corindon
CL	Numérique	Chlorite
CM	Numérique	Chromite
DT	Numérique	Disthène
EP	Numérique	Epidote
GO	Numérique	Goethite
GR	Numérique	Grenat
HL	Numérique	Hématite
ID	Numérique	Idocrase
IL	Numérique	Ilménite
LE	Numérique	Leucoxène
LM	Numérique	Limonite
MA	Numérique	Magnétite
MIS	Numérique	Mispickel
MN	Numérique	Monazite
MOL	Numérique	Molybdénite
MR	Numérique	Marcassite
MS	Numérique	Mispickel
OX	Numérique	Oxydés
PE	Numérique	Péridot
PH	Numérique	Phlogopite
PX	Numérique	Pyroxène
PY	Numérique	Pyrite
PYM	Numérique	Pyromorphite
RU	Numérique	Rutile
SA	Numérique	Staurotide
SE	Numérique	Stibine
SI	Numérique	Sidérite
SL	Numérique	Sillimanite
SP	Numérique	Spinelle
SS	Numérique	Sphène
TP	Numérique	Topaze
TR	Numérique	Tourmaline
WE	Numérique	Xénotime
ZI	Numérique	Zircon

Tableau 5 - Contenu et structure le la table des données alluvionnaires de la base Access. (suite).

5.3. CRITIQUES DES DONNÉES ET LIMITES À L'UTILISATION

La concentration en un minéral donné (reconstitution en valeur semi-quantitative) est récupérable dans la table « BRGM_ALU_val » : il s'agit d'une copie de la table « BRGM_ALU_orig », avec des valeurs au lieu de codes là où cela a pu être recalculé. Comme expliqué plus haut, pour les régions MA et SW cette table conserve encore le codage d'origine (calcul impossible faute de connaître les poids).

La gestion des données alluvionnaires n'a été centralisée que tardivement ; ceci a induit de fortes divergences régionales dans les procédures d'enregistrement des paramètres (poids, volume, codage) et handicape leur utilisation.

L'utilisation des données alluvionnaires est possible, à condition de considérer ces résultats zone par zone et de vérifier la cohérence des valeurs existantes.

En cas de doute sur la fiabilité des valeurs**, il est recommandé d'utiliser les résultats en terme de présence ou absence, particulièrement pour les minéraux d'intérêt économique** (or, galène, blende, scheelite, etc.).

Certaines régions sont toutefois bien renseignées en valeurs semi-quantitatives, ce qui permet une utilisation statistique à des fins géologiques (caractérisation minérale de formations), métallogéniques, environnementales, etc. ; à titre d'exemple, la figure C-5 présente la distribution de la tourmaline dans le Massif Central sous forme d'iso « abondance ».

6. Diffusion des données

Acquises par divers organismes dans le cadre d'une prospection des ressources minières financée par l'État, ces données sont publiques. Dans le cadre de la protection de l'environnement, elles peuvent permettre aujourd'hui d'évaluer la nature du fond géochimique naturel du sol (à faible profondeur) d'une région, et un géochimiste qualifié peut apprécier l'origine accidentelle ou naturelle d'une anomalie en métaux.

Actuellement, ces informations géochimiques sur les sols et sédiments sont rassemblées dans une base de données Access (Inventaire.mdb) gérée par le service ressources minérales (REM) du BRGM. Elles ont été actualisées et corrigées (cf. § 3.3.). Ces données comprennent :

- l'Inventaire géochimique réalisé par le BRGM (**près de 285 000 échantillons**, soit 15 000 de plus que ce que présente *Infoterre* actuellement) ;
- les données géochimiques de **SNEAP**, représentant près de **59 000 échantillons**, qui ne sont pas affichés sur *Infoterre* ;
- les résultats de la prospection **alluvionnaire** (plus de **96 000 échantillons** non présentés sur *Infoterre*).

Ces données publiques d'origines diverses (BRGM, SNEAP) peuvent donc être diffusées à tout utilisateur qui en exprime le besoin auprès du BRGM qui en est le dépositaire. Toutefois, leurs frais d'archivage, de gestion et de mise à disposition ont un coût justifiant une prise en charge répartie entre les utilisateurs et la puissance publique qui en a confié la conservation au BRGM.

Depuis plusieurs années et pour en assurer la publicité, une partie des données géochimiques rassemblées par le BRGM (270 000) sont présentées et positionnées sur des cartes via le site Internet *http://infoterre.brgm.fr*. Localisées par point de prélèvement (coordonnées Lambert, commune, carte à 1/50 000), ces données comportent initialement : le type d'analyse, les substances analysées, leurs teneurs, etc. Actuellement, *Infoterre* n'en permet pas le téléchargement et elles sont fournies sur demande auprès du service indiqué sur chaque point affiché par ce médium ou au niveau de la description de la base de données. De cette manière, le demandeur d'un lot de données géochimiques s'adresse soit directement au gestionnaire de la base de données, soit auprès du Centre national de consultation des données sur le sous-sol (*infoterregu@brgm.fr* ou au 0 820 90 27 46) qui le guide vers le service qui assure la diffusion (projet ACCUEIL).

Pour être téléchargeables depuis *Infoterre* (ou un autre site), ces données devraient être transférées dans une base de données (Oracle) installée sur un serveur.

Cependant que ce soit par téléchargement automatique ou par extraction à la demande, la diffusion publique de ces données doit déboucher sur leur utilisation aussi

objective que possible. **Il est donc impératif de préciser aux utilisateurs les limites d'utilisation des données qu'ils reçoivent** (précisions, seuils et méthodes analytiques, types et procédures d'échantillonnage, etc.) et de rappeler la vocation minière de ces données.

En effet, en aucun cas les données géochimiques de l'Inventaire, qui datent pour certaines de plus de 20 ans, ne peuvent être utilisées directement comme des valeurs **certifiées** du fond géochimique naturel. Elles n'en sont qu'une indication relative et doivent être retraitées par des géochimistes compétents et servir à implanter des prélèvements de contrôle pour lesquels seront appliquées des techniques de mise en solution et de dosage modernes adaptés aux objectifs recherchés.

Pour pallier à ces erreurs éventuelles d'utilisation, la remise des données doit donc être accompagnée :

- des références des rapports publics qui décrivent les modalités d'échantillonnage et d'interprétation des anomalies reconnues pour la prospection minière ;
- d'une notice générale d'avertissement sur les limites d'usage et de responsabilité du BRGM.

7. Conclusion

La base de données Access actuelle (Inventaire.mdb) contient toutes les données géochimiques et alluvionnaires décrites dans ce rapport. Un lien a été créé avec des données d'ordre géographique (communes, régions, départements, feuilles géologiques BRGM ou topographiques IGN à 1/50 000), afin de pouvoir effectuer des extractions de données selon ces critères de localisation en plus des critères d'ordre analytiques ou géologiques.

Les données ont été transférées et testées dans ArcView 8.2 (« INVENTAIRE.mxd »). On y a également ajouté des couches vectorisées : géologie (France au millionième), limites du territoire, des régions, des départements, des communes, hydrographie, et il est maintenant possible de visualiser et sélectionner les échantillons selon de nombreux critères géographiques, géologiques, analytiques, etc.

Il faut toutefois considérer que, malgré les contrôles et corrections effectués, des erreurs peuvent subsister (erreurs présentes dans les fichiers les plus « amonts » que le BRGM possède encore et qui ne sont pas les fichiers d'origine « listings laboratoire »). En outre, si plus de 99 % des données sont présentes, quelques fichiers n'ont pas été retrouvés ou sont incomplets. Il conviendrait donc de considérer cette base comme évolutive, tout au moins pour un usage interne, et la laisser « ouverte » pour pouvoir y effectuer de futures modifications, corrections ou ajouts.

Moyennant une mise en conformité de leur structure avec les bases de données gérées sur le serveur d'*Infoterre*, les données sont prêtes à la diffusion par ce médium.

L'harmonisation des résultats, c'est-à-dire l'atténuation des divergences analytiques, permet d'obtenir des **fonds géochimiques homogènes qui mettent en évidence des structurations géochimiques** diverses (formations géologiques, accidents structuraux, zones altérées). Elle est réalisable à partir des données de cette base : en fait, ceci est déjà réalisée pour le bloc du Massif Central (Y. Husson), et en partie effectué pour le Massif Armoricain et la Lorraine avec intégration des données SNEAP. Elle a aussi été systématiquement effectuée pour les synthèses régionales. Ces traitements qui représentent une valeur ajoutée à celle des inventaires miniers proprement dits mériteraient d'être signalés comme des produits distincts et non gratuits.

Toutefois, ces produits **élaborés** ne doivent pas faire oublier les **résultats « initiaux » de la base de données**, auxquels il faut revenir constamment, et qui **devraient être les seuls à être mis dans le domaine public à un coût marginal**.

Néanmoins, vu la complexité des données géochimiques et alluvionnaires intégrées dans la base actuelle (origine, méthodes d'extraction et de dosage, époques variées), il est **impératif de diffuser ces données en avertissant leurs utilisateurs de leurs caractéristiques** qui en interdisent un usage incontrôlé.

En effet, que ce soit dans un objectif d'exploration de nouveaux métaux ou pour la caractérisation du niveau de pollution des sols, leur utilisation devrait être réservée à des géologues et des géochimistes familiers du comportement des métaux en surface. En tout cas, leur diffusion devrait être systématiquement accompagnée d'une notice expliquant leurs limites et les risques d'une mauvaise interprétation.

Bibliographie

Artignan D. & Viallefond L. (1995) - La géochimie. Applications dans les domaines de la prospection et de l'environnement, cas du BRGM. *Rev. Industr. Minér*., Fr., oct. 1995, p.43-52.

Artignan D. (1986) - Fiche technique : étude minéralogique des fonds de batée. Traitement statistique des résultats. Traitements statistiques des données chimiques acquises sur les fonds de batée. Note SGN/GMX n° 936, 6 p.

Barbier J. & Wilhelm E. (1978) - Superficial geochemical dispersion around sulphide deposits : some examples in France., *J. Geochem. Expl*., 10, p. 1-39.

Barbier J. (1979) - Images géochimiques du socle hercynien dans le Massif Central français. *Bull. BRGM*, Sect.II, n° 2-3, p. 175-294.

Barbier J. & Chéry L. (1995) - Valorisation des données de l'Inventaire géochimique pour l'identification de risques de teneurs élevées en métaux lourds dans les eaux.(Vol.) -.Étude de faisabilité. Rapport R 38721.

Barbier J. (1996) - L'Inventaire géochimique du territoire français. Commentaires et explications. Note technique BRGM HYD/NT/96/078, mars 1996, 52 p.

Beguinot J., Sakowitsch W., Barbier J. & Wilhelm E. (1979) - Un quart de siècle de prospection géochimique au BRGM. *Bull. BRGM*, Sect. II, n° 2-3, p. 53-64.

Billa M. *et al.* (1992) - Synthèse régionale Vendée Mauges. Rapport BRGM R 36216 DL/N DMM 92.

Boucetta M. & Fritsche M. (1979) - Utilisation d'un plasma conductif associé à un spectromètre à échelle pour l'analyse multi-élémentaire des échantillons géochimiques. *Bull. BRGM,* sect. II, n° 2-3, p. 65-74.

Callier L., Husson Y. & Leduc C. (1992) - Synthèse du domaine mancellien en Basse-Normandie, annexe 1 : les données géochimiques et minéralogiques alluvionnaires. Rapport BRGM, R 35284.

Chaussier J.B. (1981) – Manuel du prospecteur minier. Ed. BRGM, Manuels et méthodes, n° 2.

Combe A. (1987) - Synthèse du Morvan. Rapport BRGM 02454 87 DAM/0P4, 166 p.

Combe A. (1988) - Synthèse géochimique Vendée. Rapport BRGM – 88-DAM-022-DEX.

Combe A. & de Gramont X. (1989) - Synthèse du plateau d'Aigurande et de ses marges. Rapport BRGM 88-DAM-017-DEX.

De Gramont X., Feybesse J.L. & Lambert A. (1990) - Synthèse du district de Brioude-Massiac et des confins nord de la Margeride. Rapport BRGM R 30695 - DL/C DAM 90.

Darmendrail D., Baize D., Barbier J., Freyssinet Ph., Salpeteur I. & Wavrer Ph. (2000) - Fond géochimique naturel. État des connaissances à l'échelle nationale. Rapport BRGM, INRA RP-50518-Fr., 93 p.

Fischesser R. (1987) - La politique nationale d'inventaire des ressources minérales. *Chron. Rech. min.* n° 488, p. 5-9.

Greffié C. (1998) - Les couvertures géochimiques régionales. Étude bibliographique sur les méthodologies et mesures du fond géochimique. Rapport BRGM DR/MGGINT98/04, 12 p.

Guigues J. & Desvignes P. (1969) - La prospection minière à la batée dans le Massif Armoricain : méthodes, résultats, atlas minéralogique, Paris Éd. BRGM, Mémoire BRGM n° 71, 171 p.

Husson Y. (1997) - Cartographie des concentrations et des fonds géochimiques métalliques connus du massif des Vosges. Rapport BRGM DRIRE R39979, 21 p.

Lambert A. (1990) - Synthèse régionale du Sud-Limousin, analyse des données des prospections géochimiques et alluvionnaires stratégiques (annexe 4). Rapport BRGM 31814 DEX-DAM-90.

Lambert A. (1992) - Synthèse régionale Argentat -Châtaigneraie- géochimie et alluvions (annexe 4). Rapport BRGM, R 36063.

Laville-Timsit L. (1984) - Essai de prise en compte spécifique de la dispersion chimique des métaux pour la recherche de gisements cachés. Note BRGM GMX, n° 1003, Fév., 847 p.

Laville-Timsit L. & Zeegers H. (1984) - Rôle de la granulométrie : comparaison des réponses géochimiques obtenues sur les mêmes échantillons à partir de l'analyse des fractions <125µ et <63µ. Rapport BRGM 84 SGN 352 GMX, 7 p.

Laville-Timsit L. & Vazquez-Lopez R. (1987) - Geochemical exploration case histories in Brittany,Western France. 12th IGES Symposium. Field trip Guide book. 49 p.

Laville-Timsit L., Artignan D., Husson Y., Gandolfi J.M. & Delbos R. (1993) – Cartographie régionale des concentrations en métaux lourds dans les sols. Essai de corrélation avec la qualité des eaux souterraines. Phase III : Interprétation et synthèse. Rapport BRGM R 36862, 12 p.

Lecomte P. (1984) - Rôle de la granulométrie : comparaison des réponses géochimiques obtenues sur les mêmes échantillons à partir de l'analyse des fractions < 125 µ et < 63 µ. Rapport BRGM 84 SGN 352 GMX, 7 p.

Maroncle J.L. (1989) - Synthèse de la région du granite de Meymac, Corrèze. Rapport BRGM, 89 DAM 014 OP4.

Marot A., Leduc C. *et al*. (1989) - Synthèse Saint-Georges-sur-Loire. Rapport BRGM, 89-DAM-008-DEX.

Martel-Jantin B., Viallefond L. *et al.* (1990) - Synthèse briovérien de Nord–Bretagne. Rapport BRGM, R 31079.

Michard A.G. (1990) - Synthèse Montagne noire. Rapport BRGM, R 30358, DEX-DAM-90.

Moal Y. & Pinault J.L. (1979) - Utilisation de la spectrométrie d'émission sur poudres pour l'analyse multi-élémentaire des échantillons géochimiques. *Bull. BRGM*, sect. II, n° 2-3, p. 75-84.

Roquin C. (1979) - Analyse structurale de la carte géochimique en prospection régionale par traitement numérique des données. *Bull. BRGM*, sect. Il, n° 2-3, p. 161-174.

Sakovitsch W. (1963) - Review of geochemical prospecting. *Ann. des Mines*, Fr., vol. 11, p. 687-696.

Salpeteur I. (1993) - Synthèse régionale des Pyrénées orientales. Atlas géochimique. Annexe du rapport BRGM R 37780.

Salpeteur I., Itard Y., Mouvet C. & Baize D. (1999) - Comparison of various methodologies (Stream sediments at various densities, overbank sediments, soils) for the determination of baseline concentrations of trace elements at the regional scale. 2nd Conference Environmental geochemical baseline mapping in Europe. Vilnius Lithuania, Abstracts, p. 75-80.

Salpeteur I. & Itard Y. (2000) - Test d'échantillonnage géochimiques à faible densité des sols, des sédiments de ruisseaux et des limons d'inondation pour une estimation des fonds géochimiques naturels dans la zone de La Châtre (Indre). Rapport BRGM RP 50327-Fr, 133 p.

Wilhelm E. & Laville-Timsit L. (1977) - Optimisation des méthodes de prospection géochimiques régionales. Rapport BRGM SGN GMX GCA, n° 107, 27 p.

Wilhelm E. (1981) - Application industrielle de la géochimie multi-éléments, outil de la recherche minière systématique. Résumé, congrès de l'Industrie minérale. Metz, 1981, 12 p.

Wilhelm E. & Zeegers H. (1984) - La prospection géochimique au BRGM. Techniques opérationnelles et recherches méthodologiques. *Géol. Jb*, Dtsch A75, p.49-75.

Wilhelm E., Laville-Timsit L., Périchaud J.J. & Viallefond L. (1987) - Le programme décennal d'inventaire des ressources minérales de la France. Abstracts. 12th AEG Symposium. Exploration géochimique. Orléans ? avril 1987, p. 167-169.

AUTRES SOURCES DE DONNÉES

Valois J.P. & Loyer H. - Archivage informatique des données de géochimie minière, Elf Aquitaine. oct. 1988.

Boulanger P. - Fichiers disponibles à DEX/T2M. Inventaire France, Alluvionnaire.

Boulanger P. - Liste des fichiers Inventaire du Territoire Métropolitain, BRGM-SNEAP. BSS – géochimie de l'Inventaire minier.

Annexe A

Flow-sheet du traitement des échantillons au BRGM

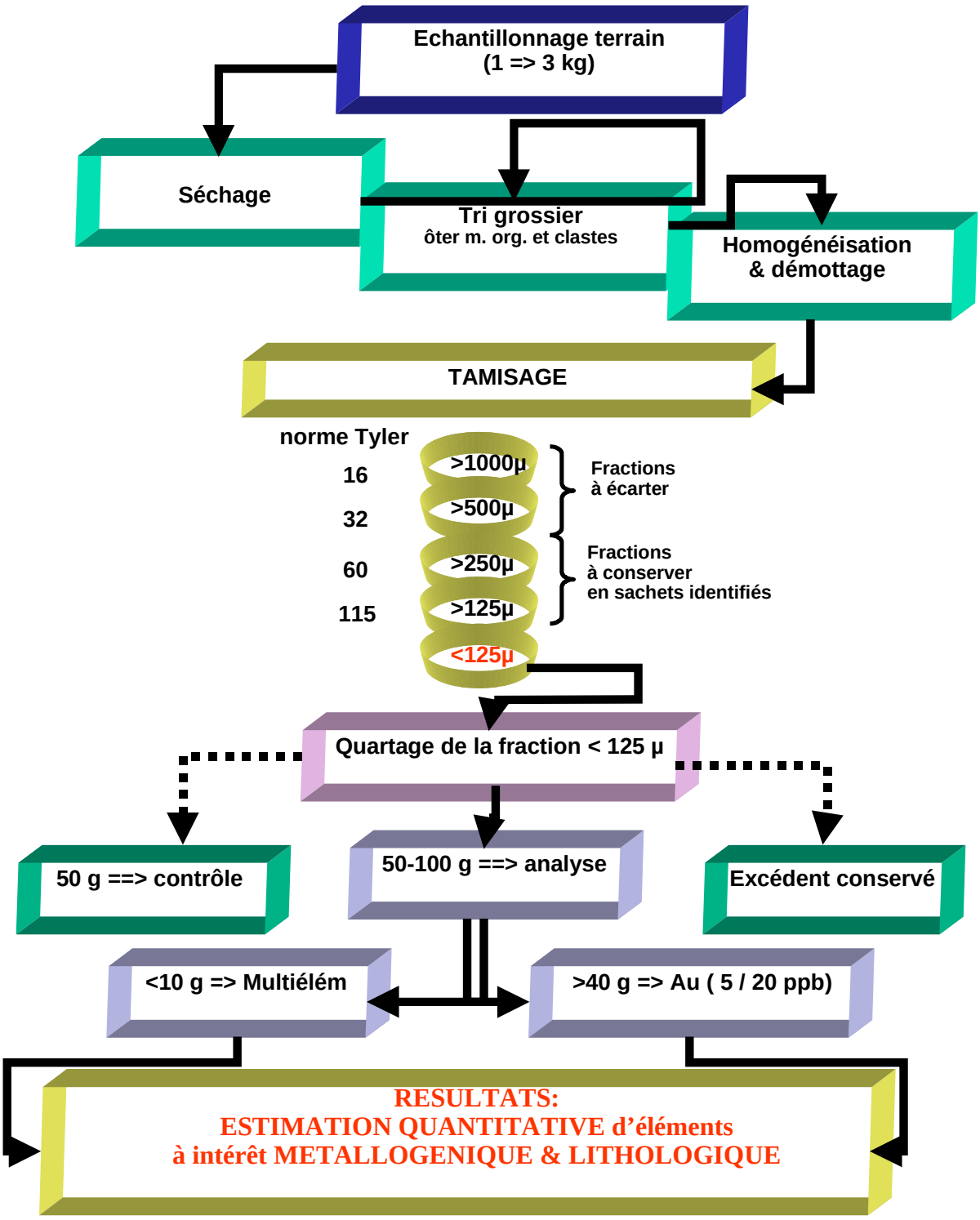


Figure A-1 - Flow-sheet du traitement des échantillons géochimiques généralement utilisé au BRGM dans le cadre de l'Inventaire Minier.

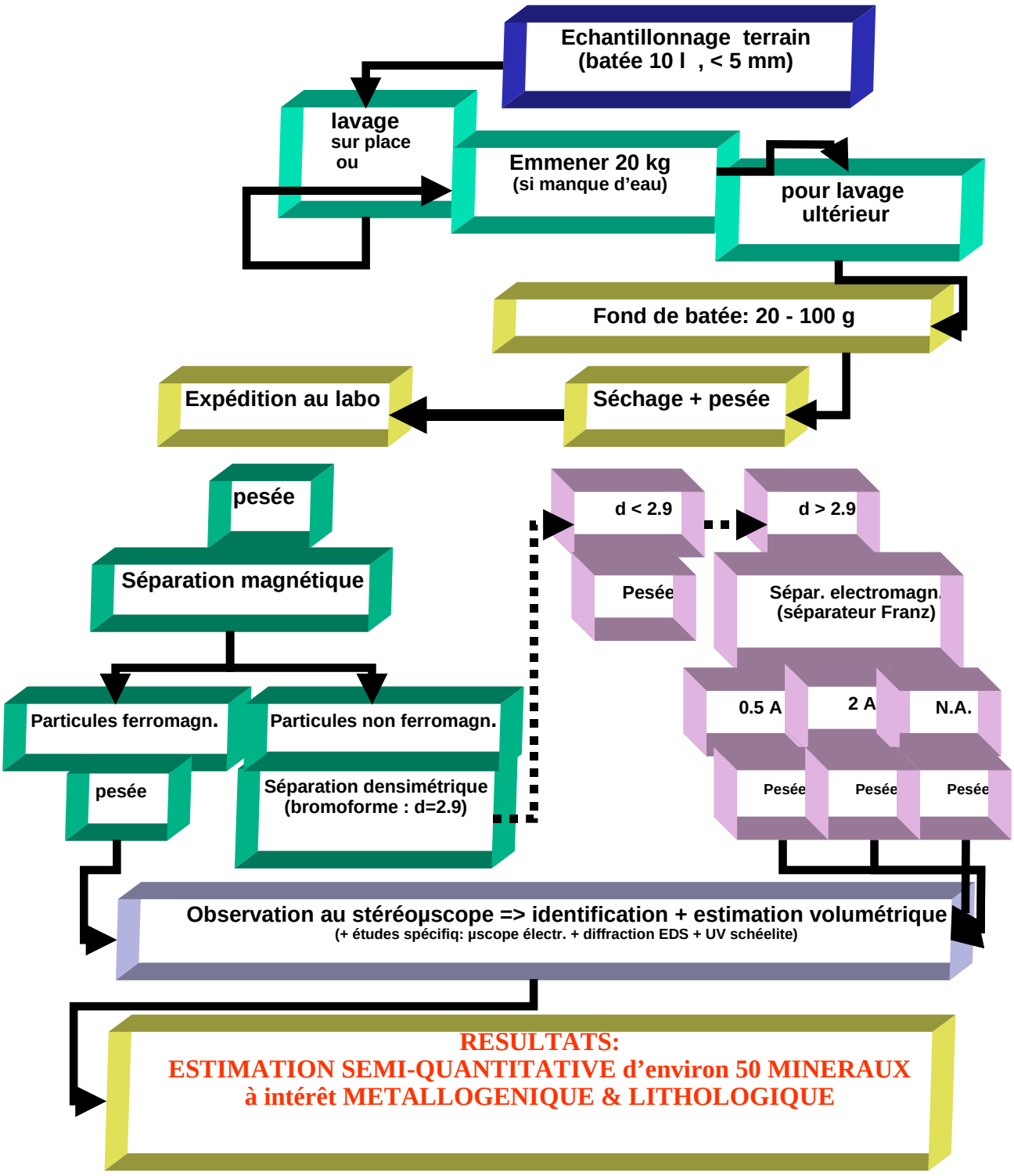


Figure A-2 - Flow-sheet du traitement des échantillons alluvionnaires généralement utilisé au BRGM dans le cadre de l'Inventaire Minier.

Annexe B

Localisation des échantillons géochimiques BRGM et SNEAP et distributions des valeurs de quelques éléments

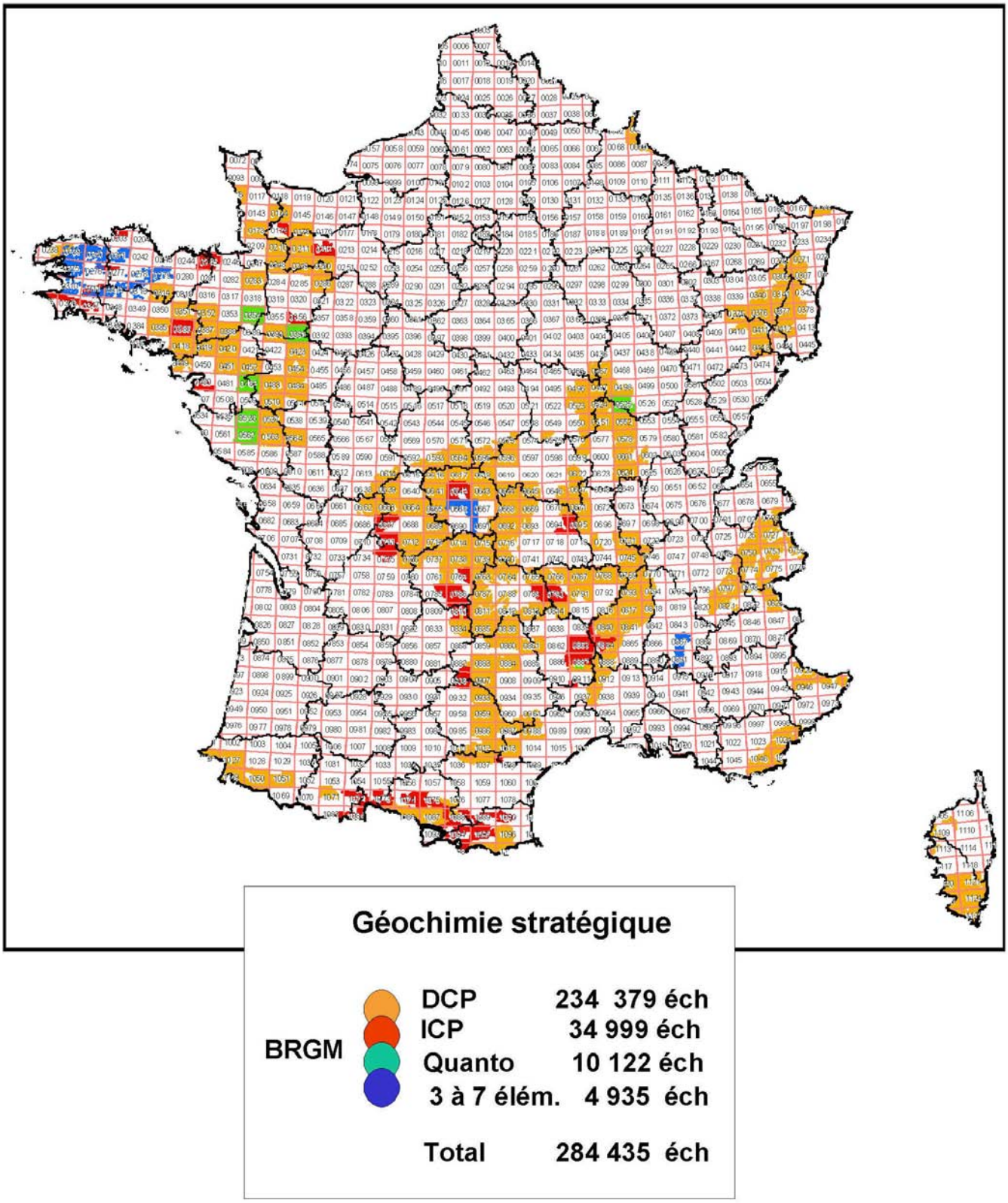


Figure B-1 - Inventaire BRGM, géochimie sédiments. Localisation des échantillons et types d'analyses.

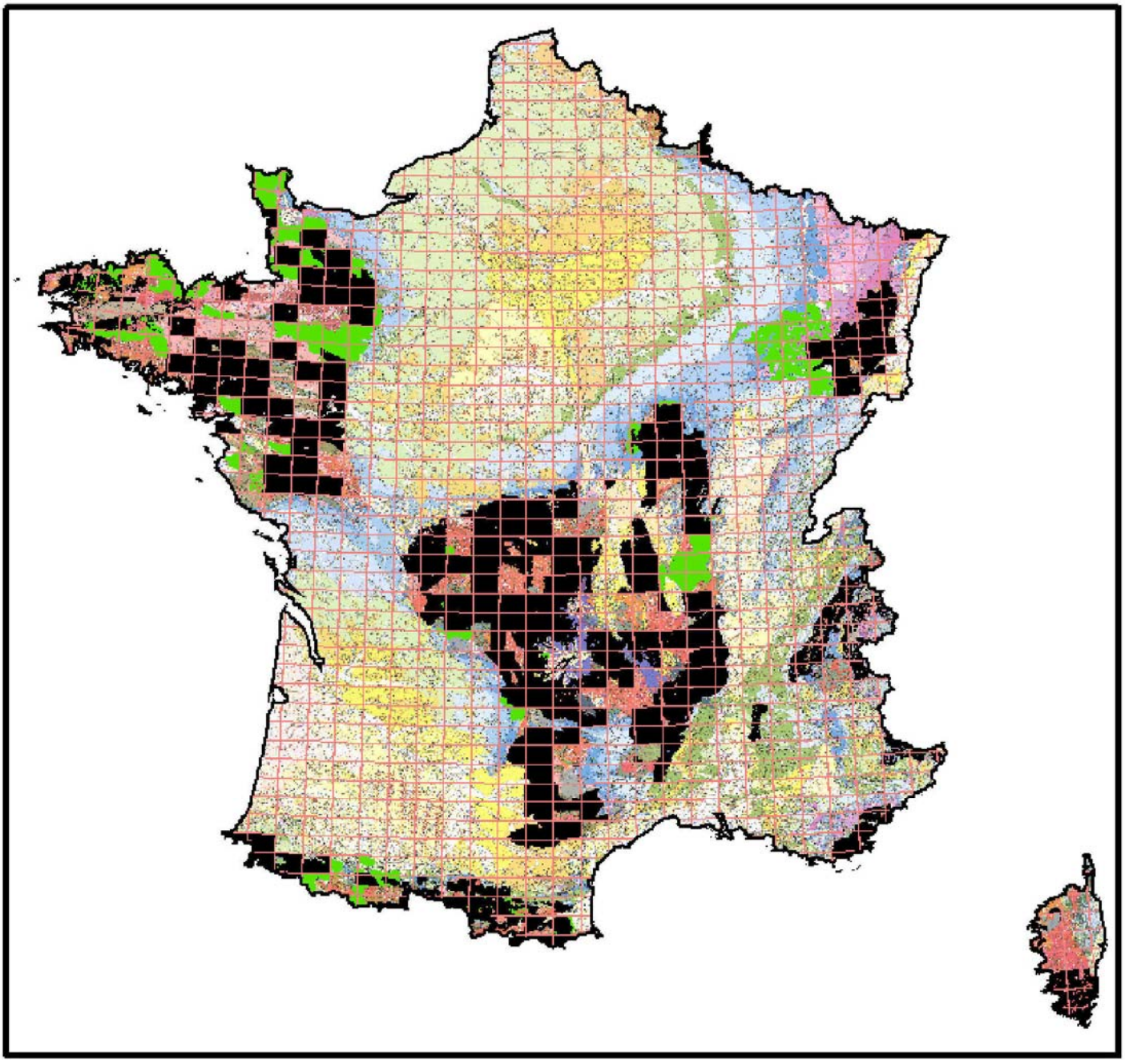


Figure B-2 - Inventaire minier, géochimie sédiments. Localisation des échantillons BRGM (en noir) et SNEAP (en vert) superposition sur fond géologie.

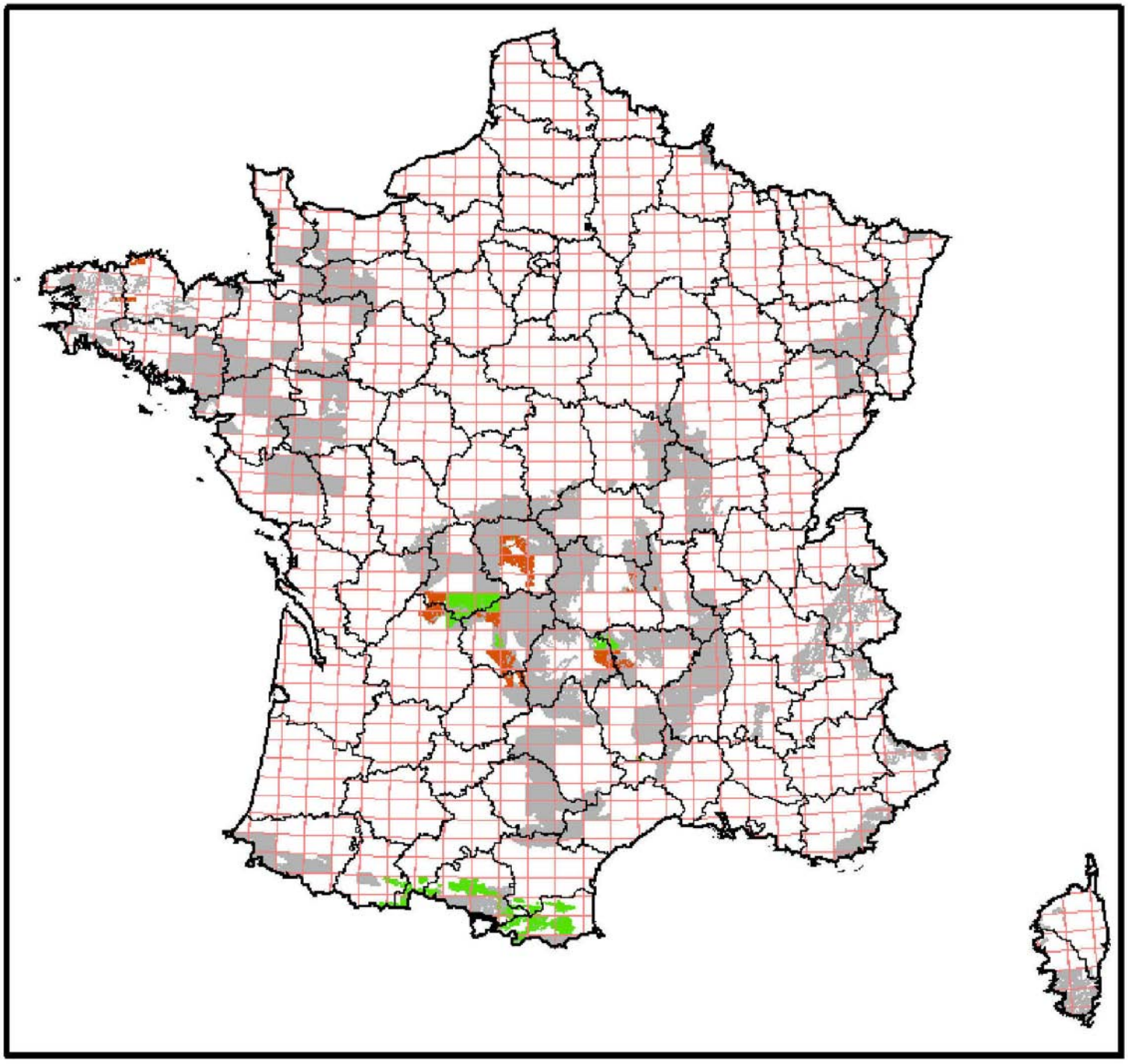


Figure B-3 - Inventaire minier BRGM, géochimie en sédiments. Or analysé (vert = seuil 20 ppb, rouge = seuil 5 ppb) – total analyses Au : 25 399.

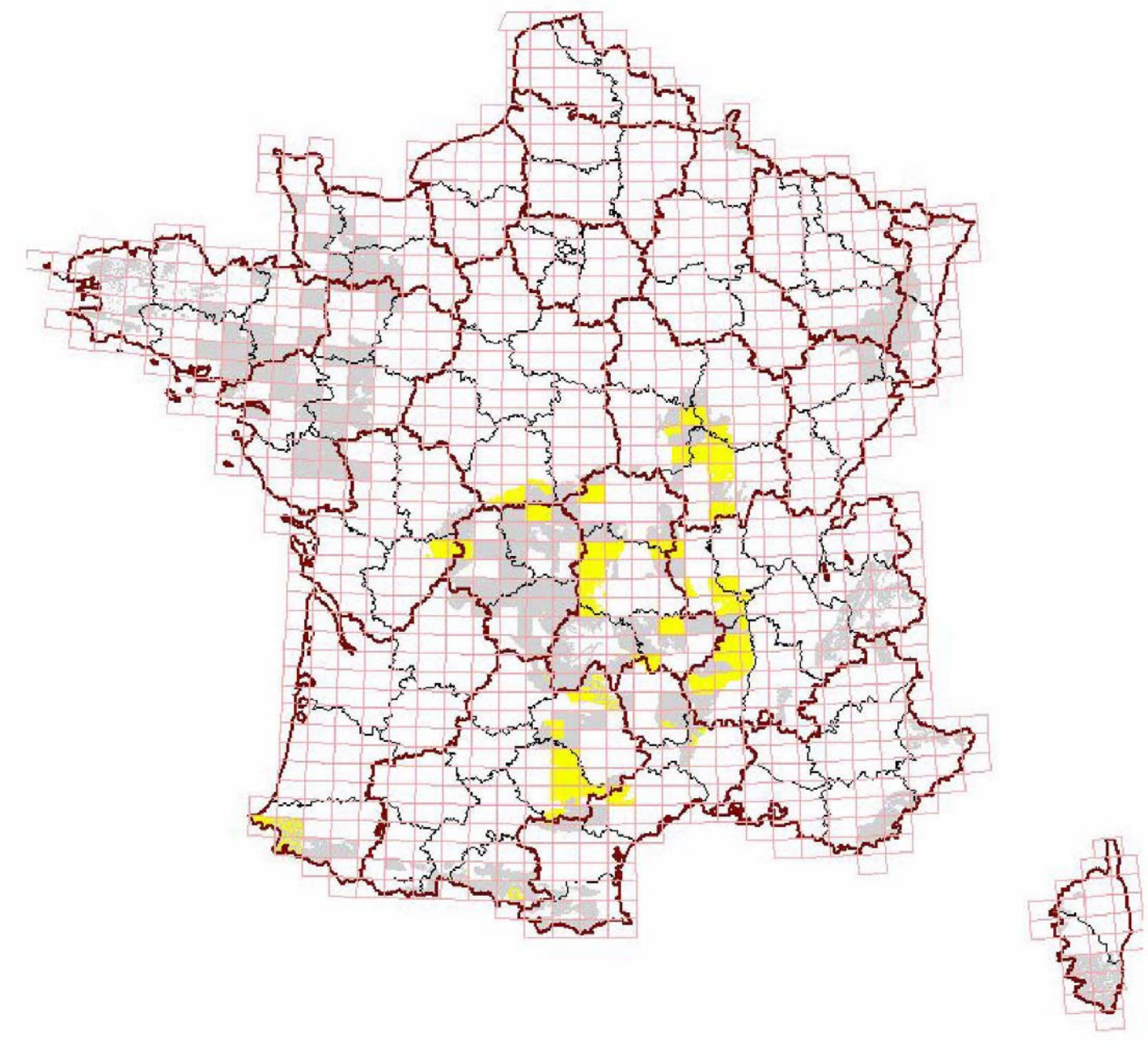


Figure B-4 - Inventaire minier BRGM, géochimie en sédiments. Échantillons analysés pour fluor (F2) par colorimétrie (en jaune) : 54 270 échantillons.

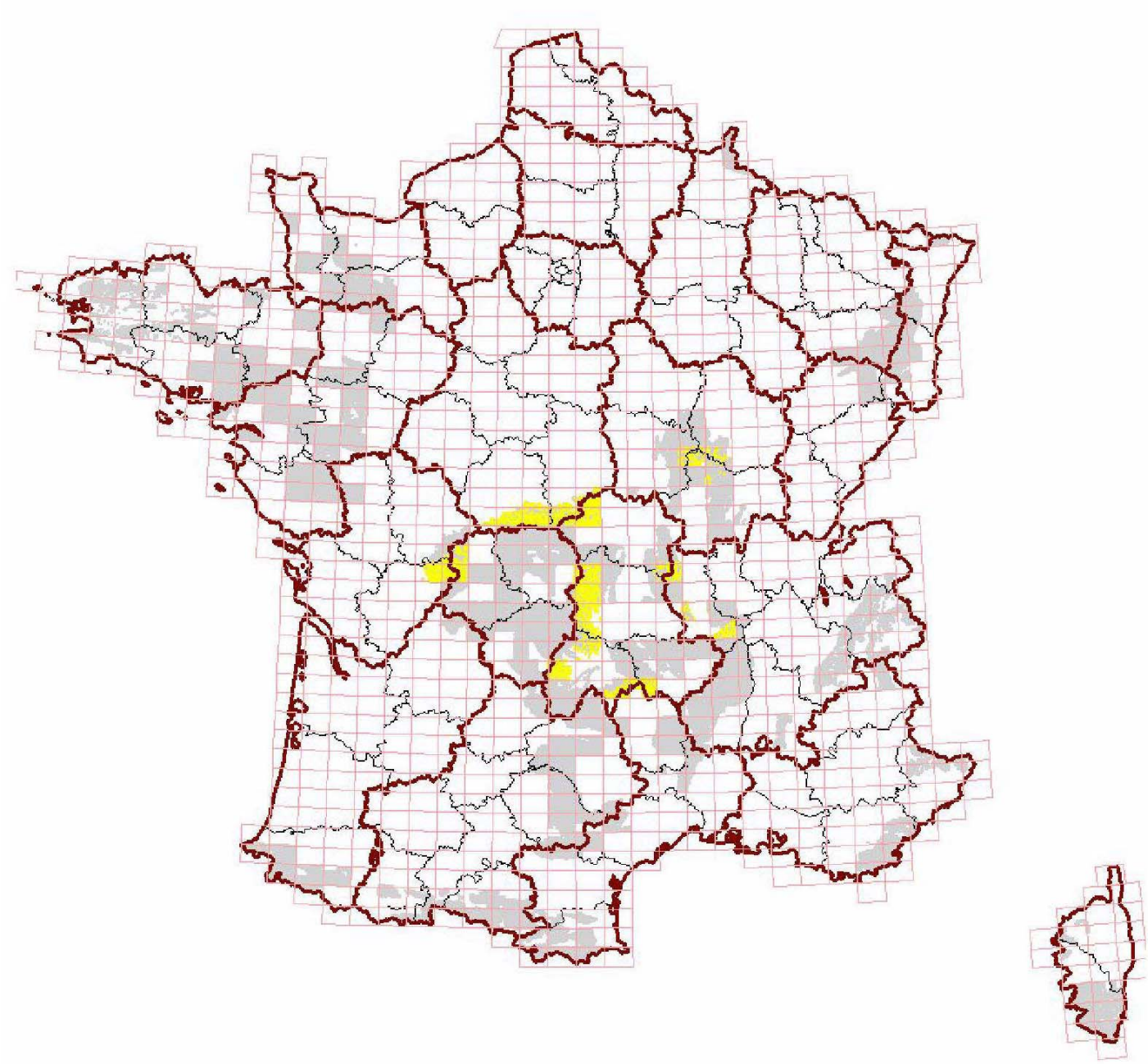


Figure B-5 - Inventaire minier BRGM, géochimie en sédiments. Échantillons analysés pour fluor (Fhyd) par ionométrie (en jaune) : 18 762 échantillons.

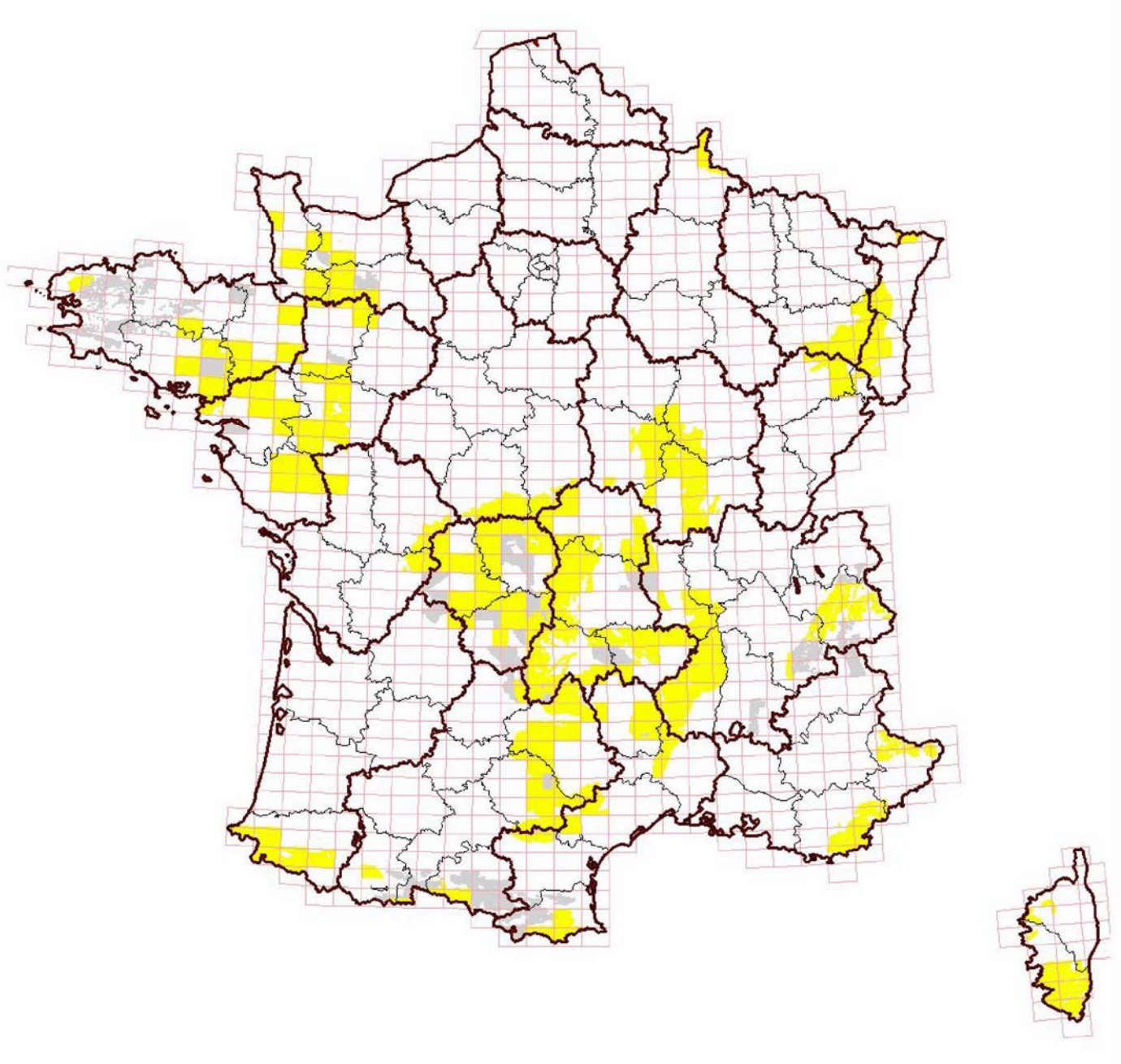


Figure B-6 - Inventaire Minier BRGM, géochimie en sédiments. Échantillons possédant un code terrain (en jaune) : 237 648 échantillons.

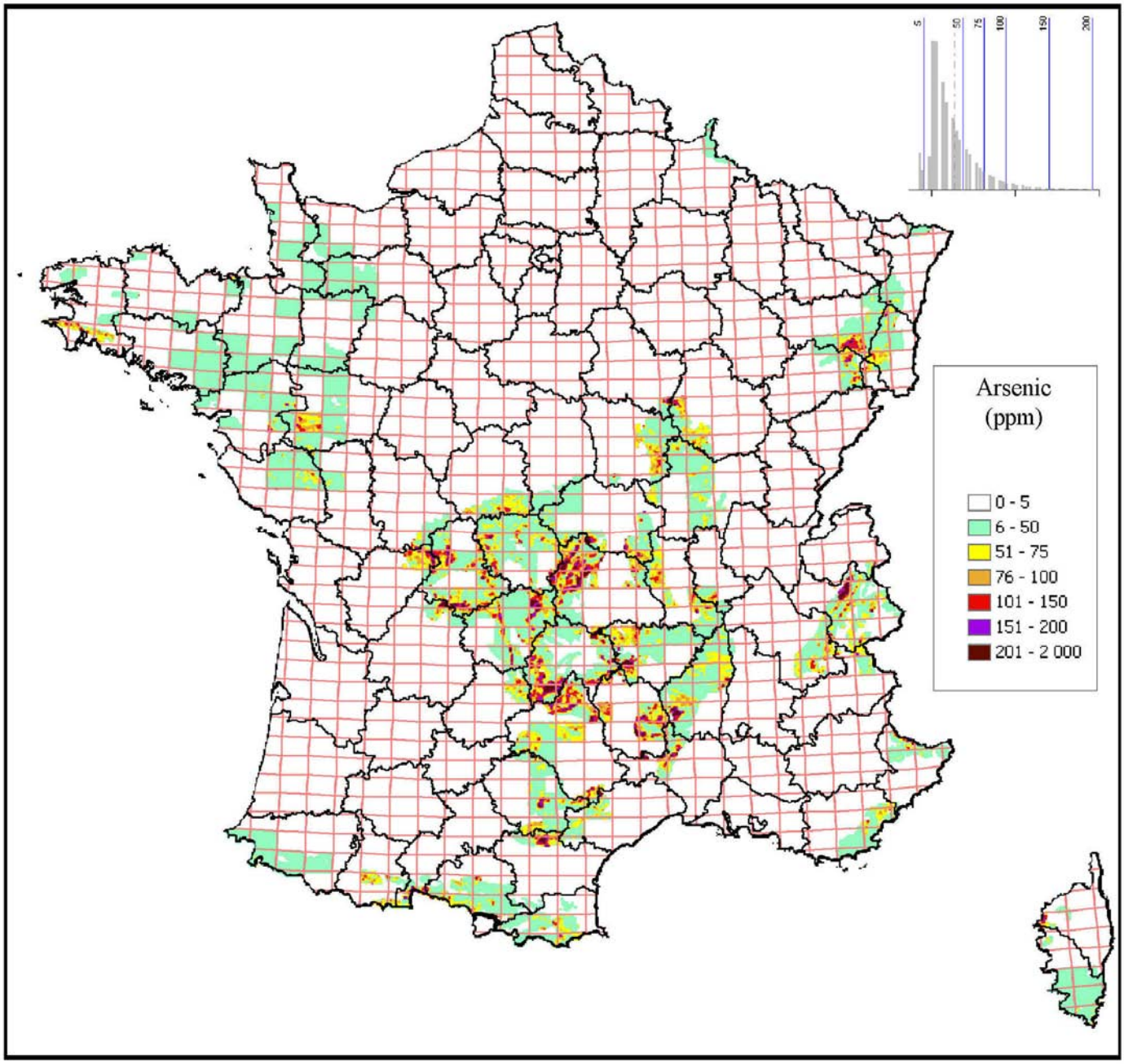


Figure B-7 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition de l'arsenic (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 1 000 m.

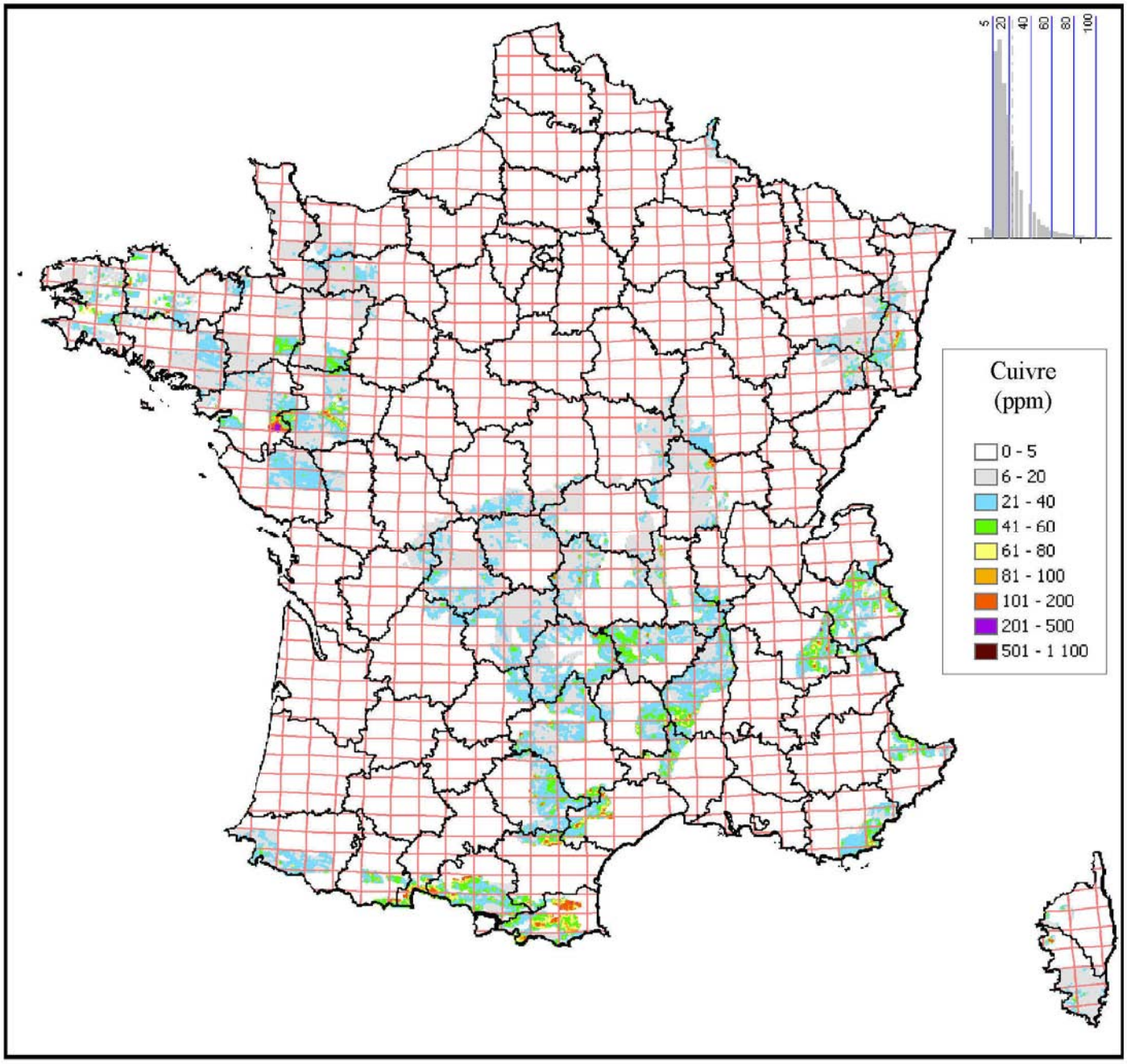


Figure B-8 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition du cuivre (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 1 000 m.

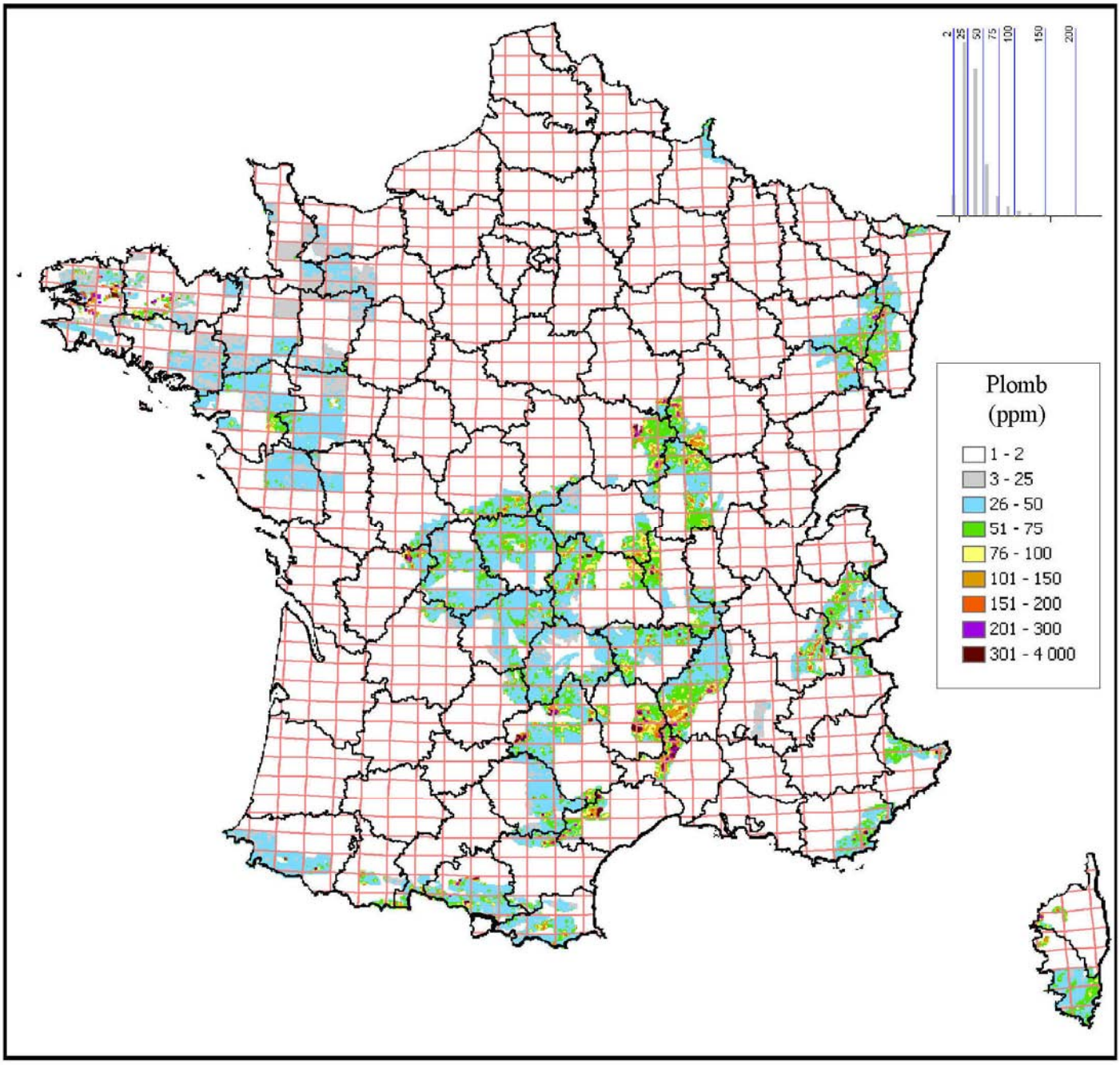


Figure B-9 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition du Plomb (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 1 000 m.

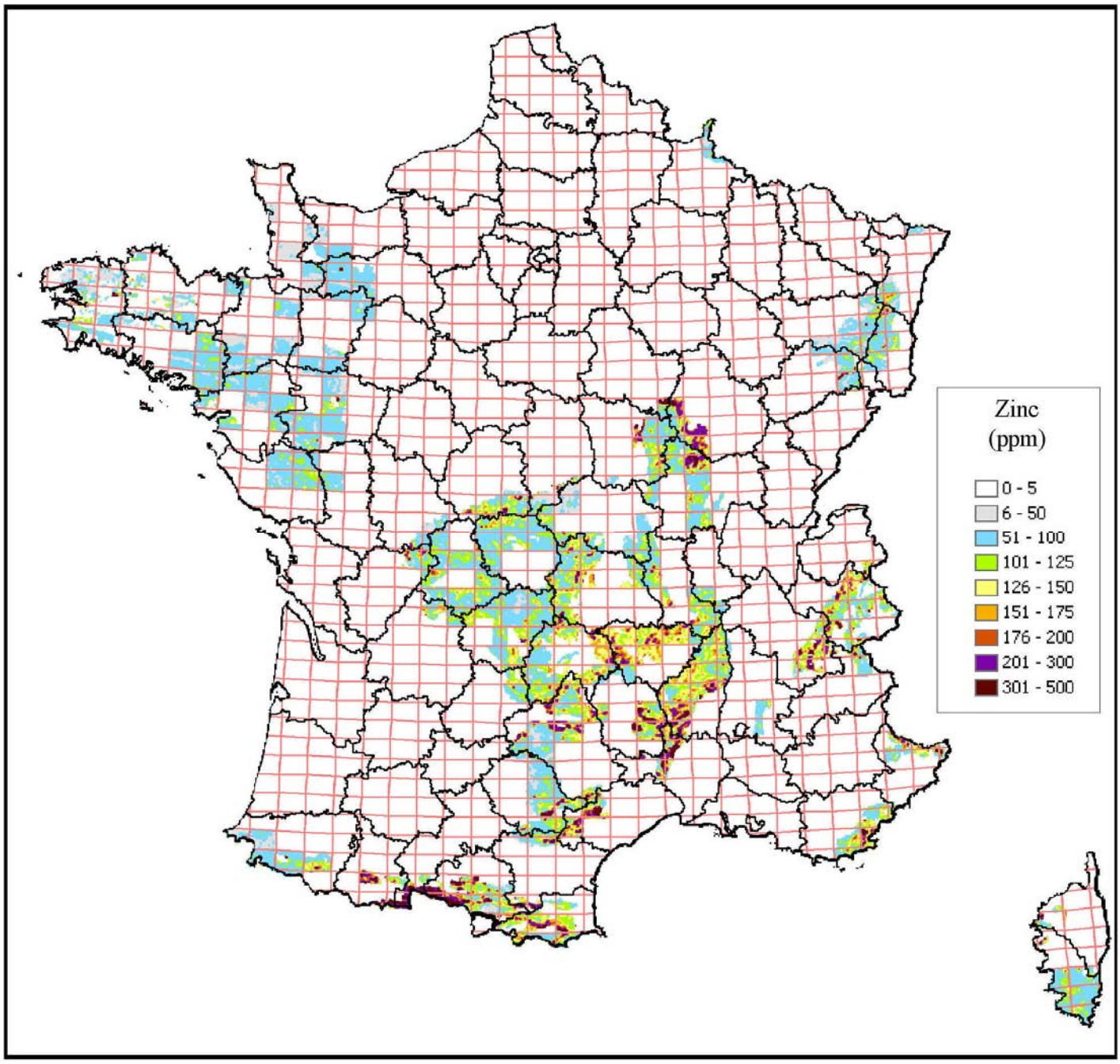


Figure B-10 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition du Zinc (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 1 000 m.

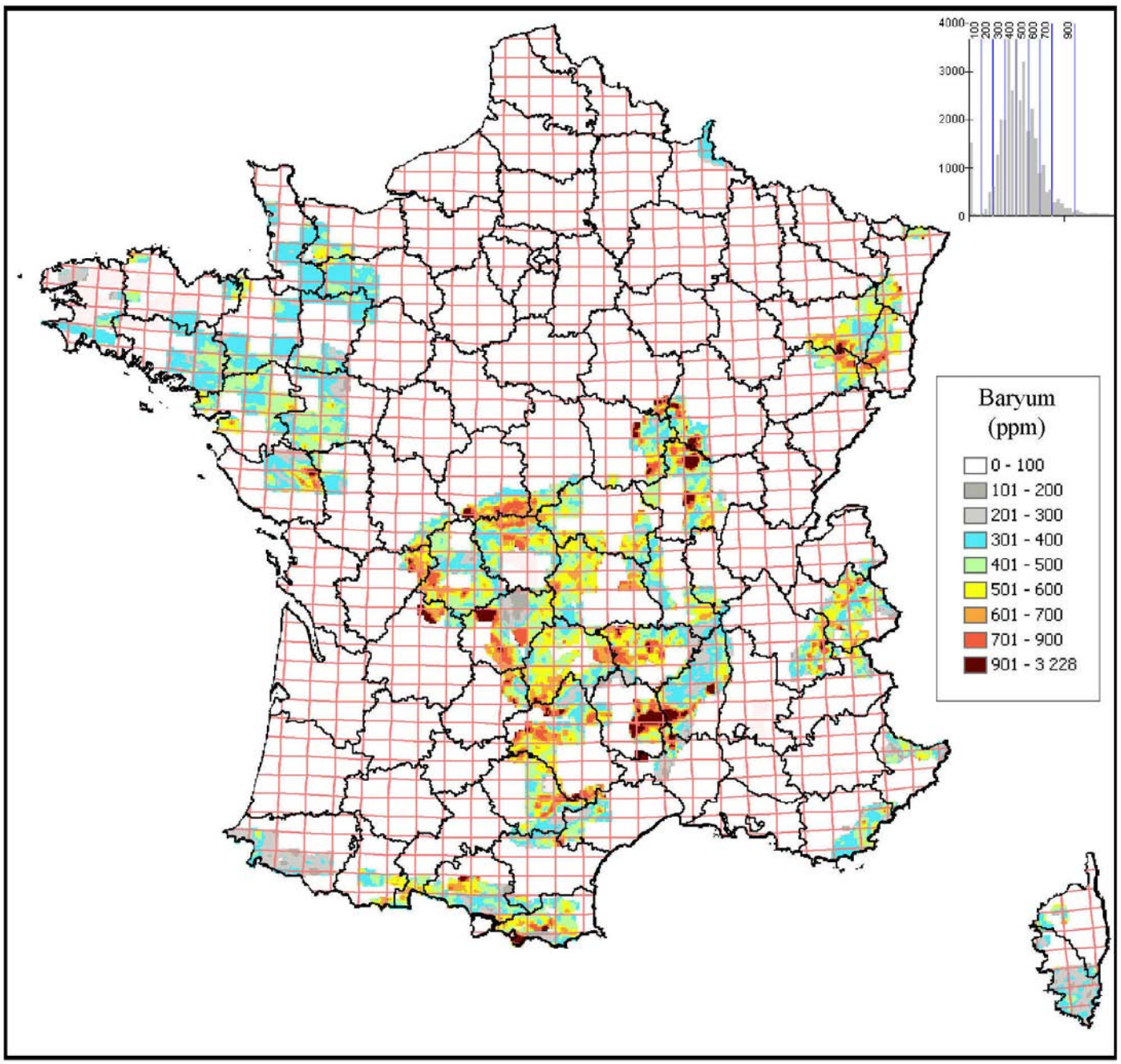


Figure B-11 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition du Baryum (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 2 000 m.

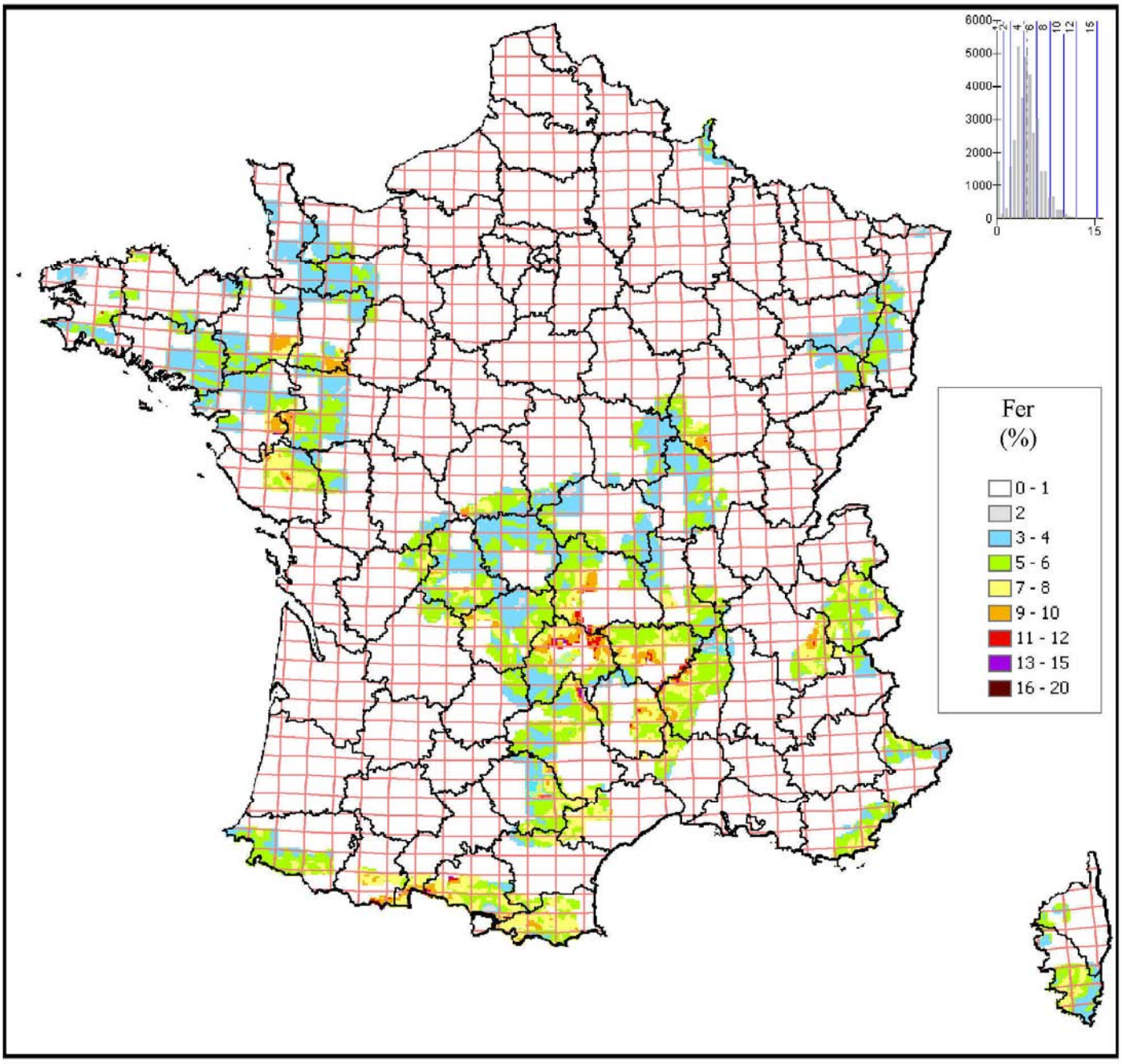


Figure B-12 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition du Fer (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 2 000 m.

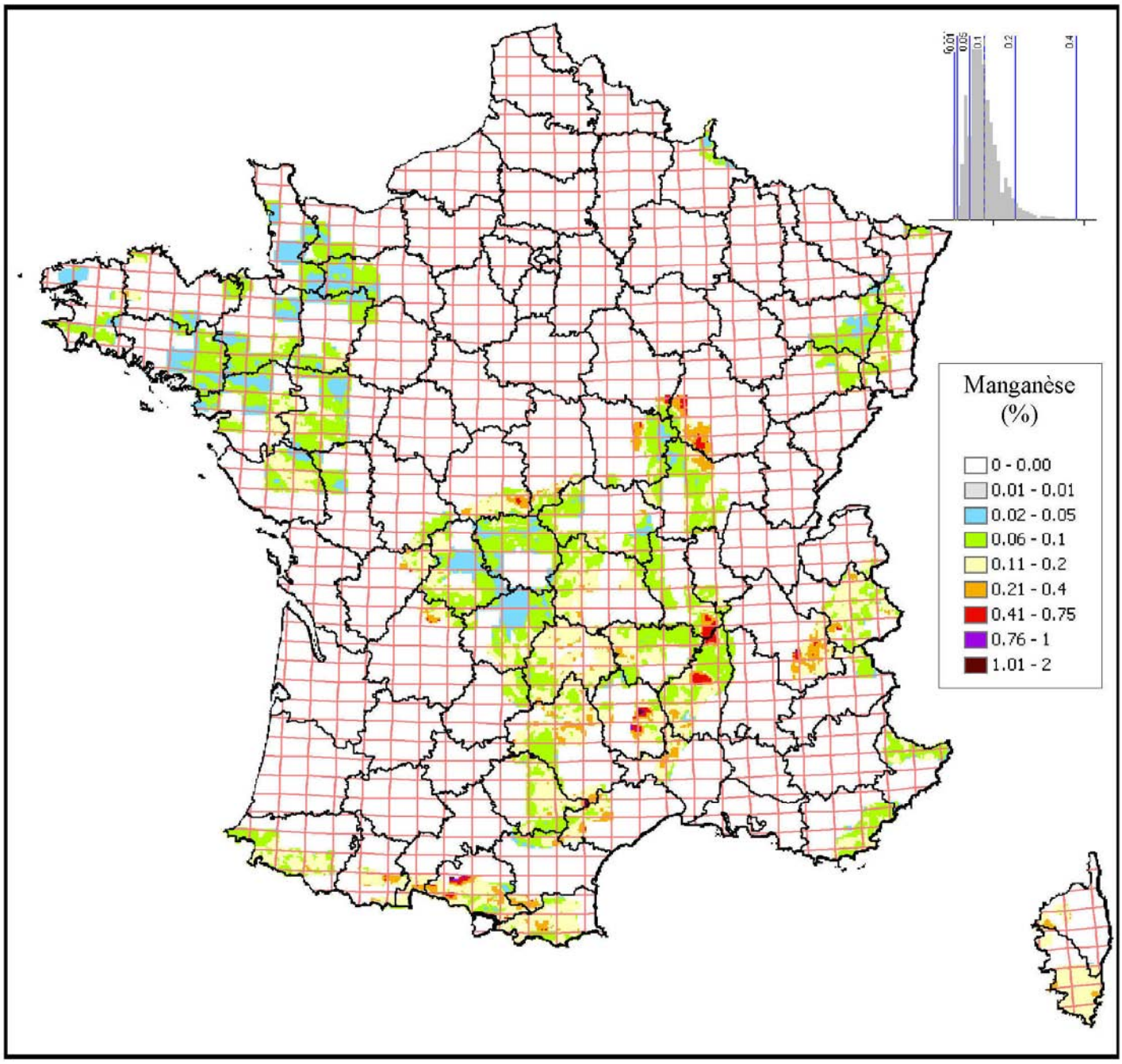


Figure B-13 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition du Manganèse (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 2 000 m.

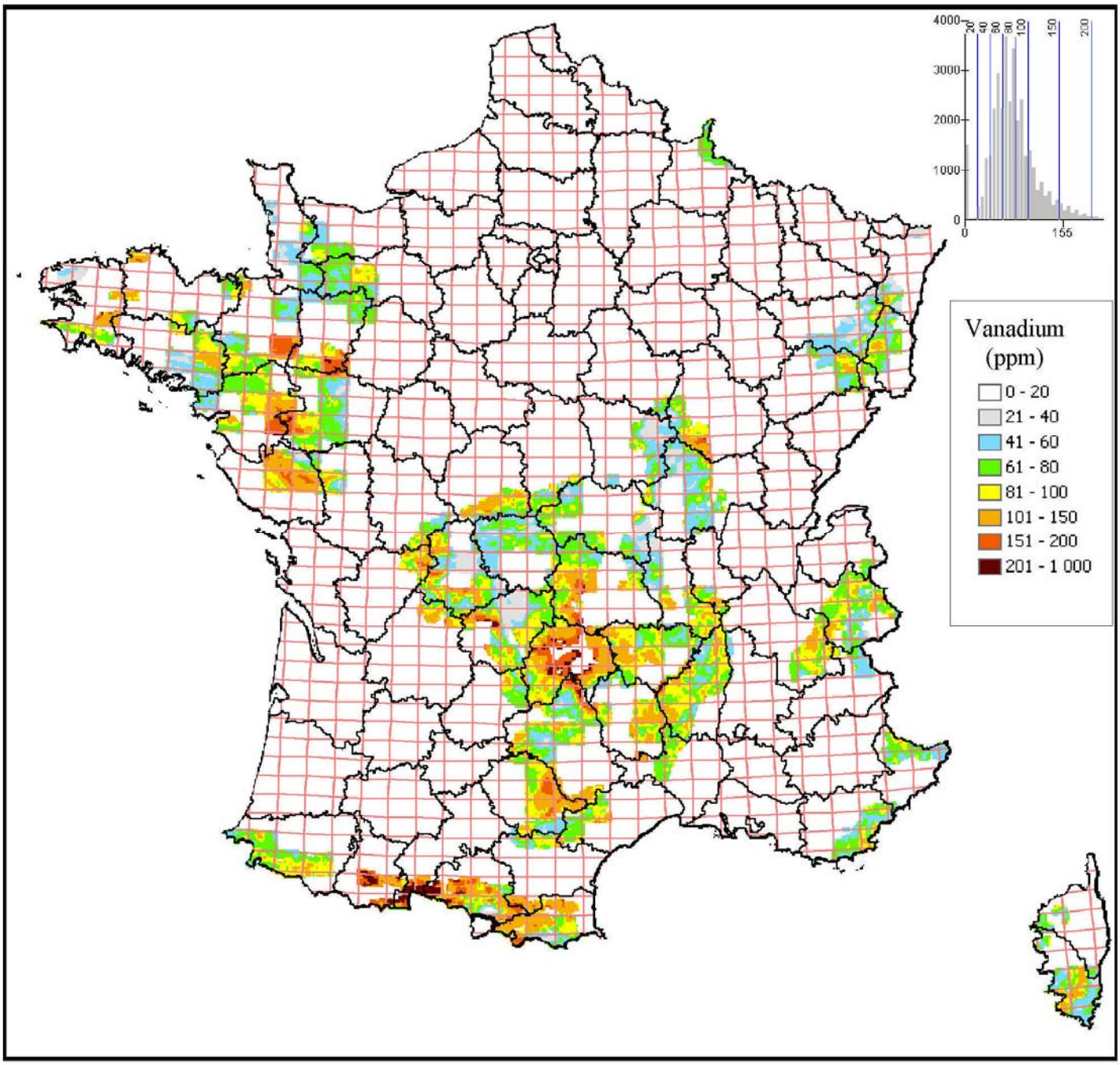


Figure B-14 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition du Vanadium (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 2 000 m.

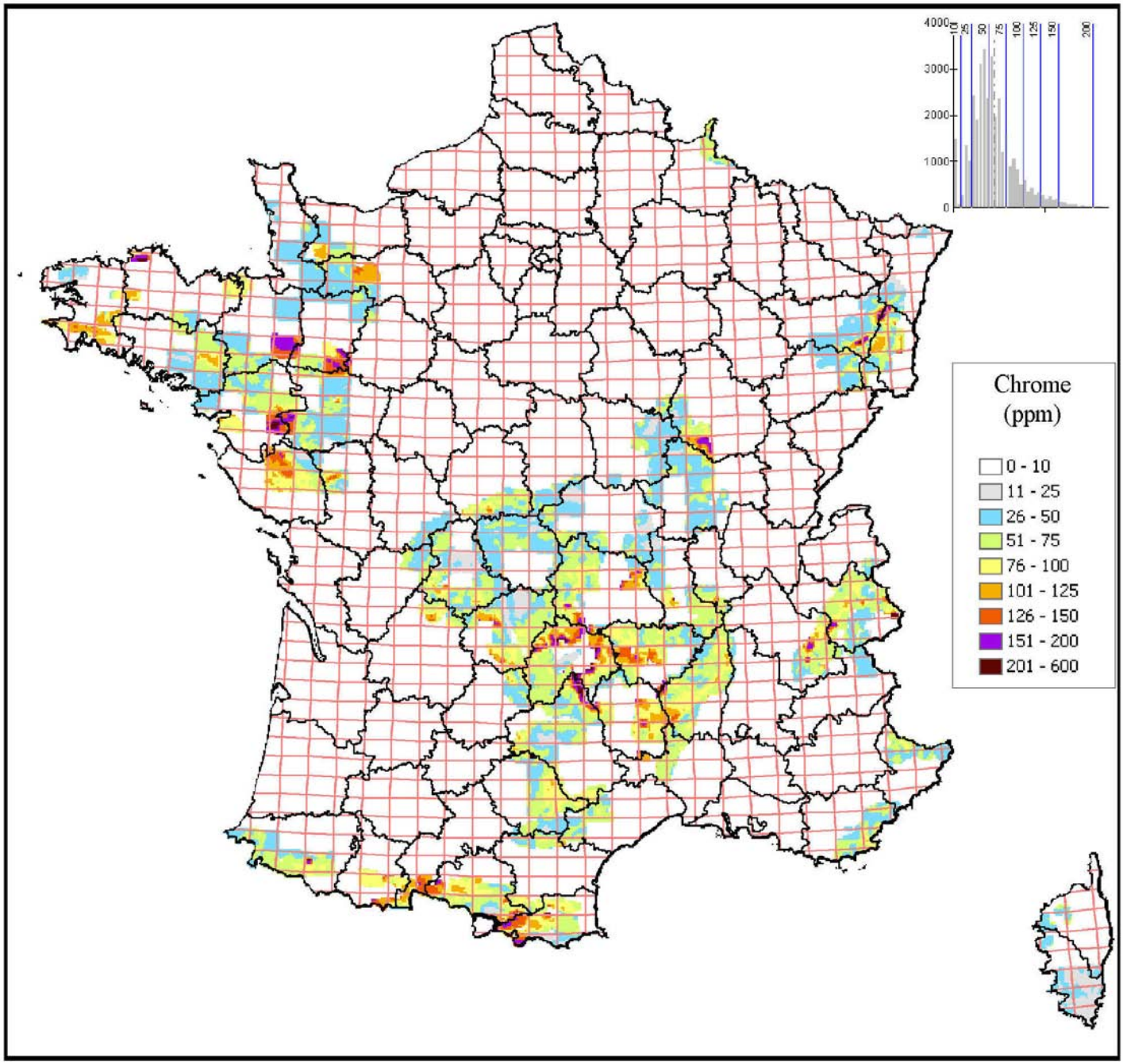


Figure B-15 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition du Chrome (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 2 000 m.

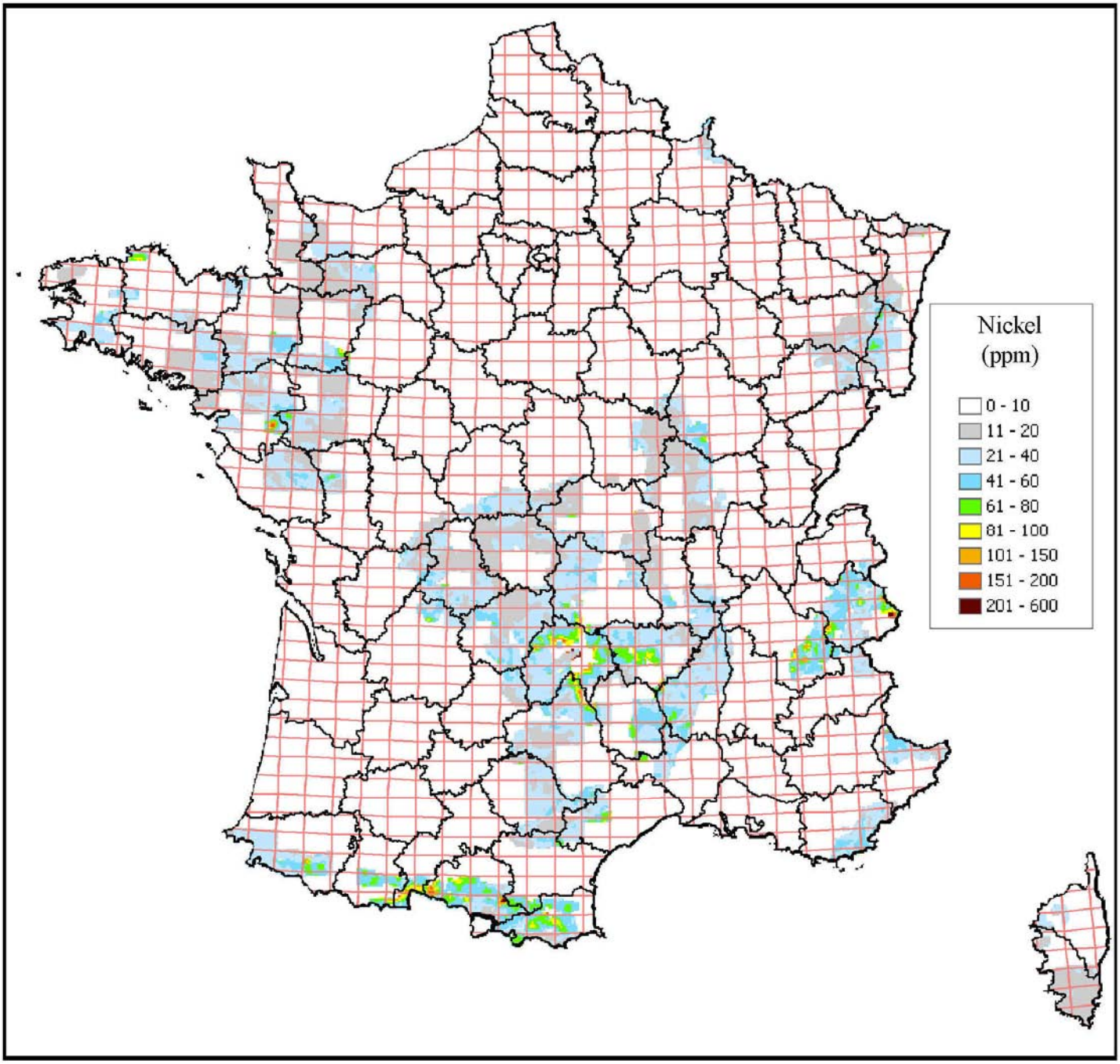


Figure B-16 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition du Nickel (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 2 000 m.

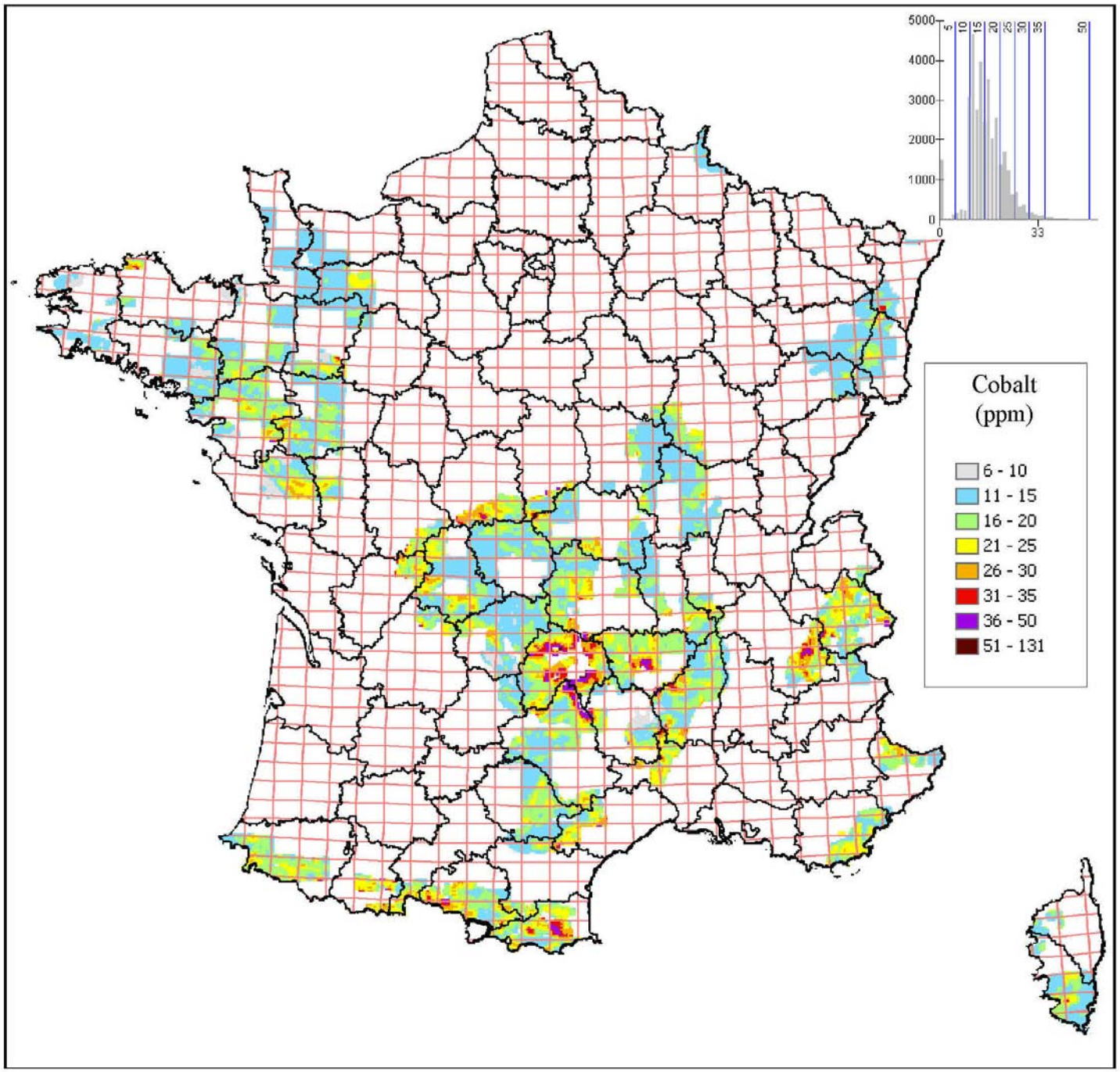


Figure B-17 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition du Cobalt (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 2 000 m.

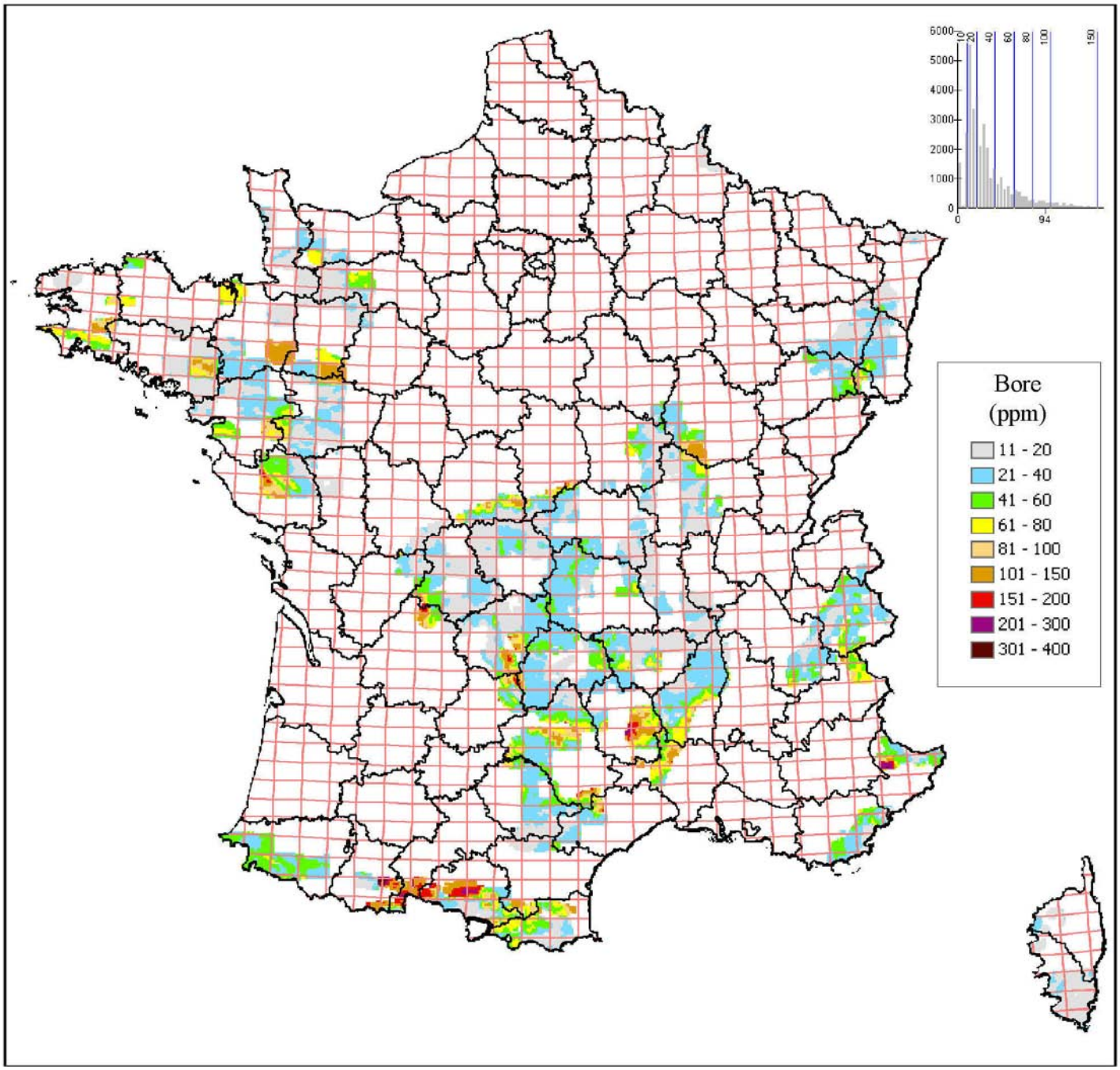


Figure B-18 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition du Bore (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 2 000 m.

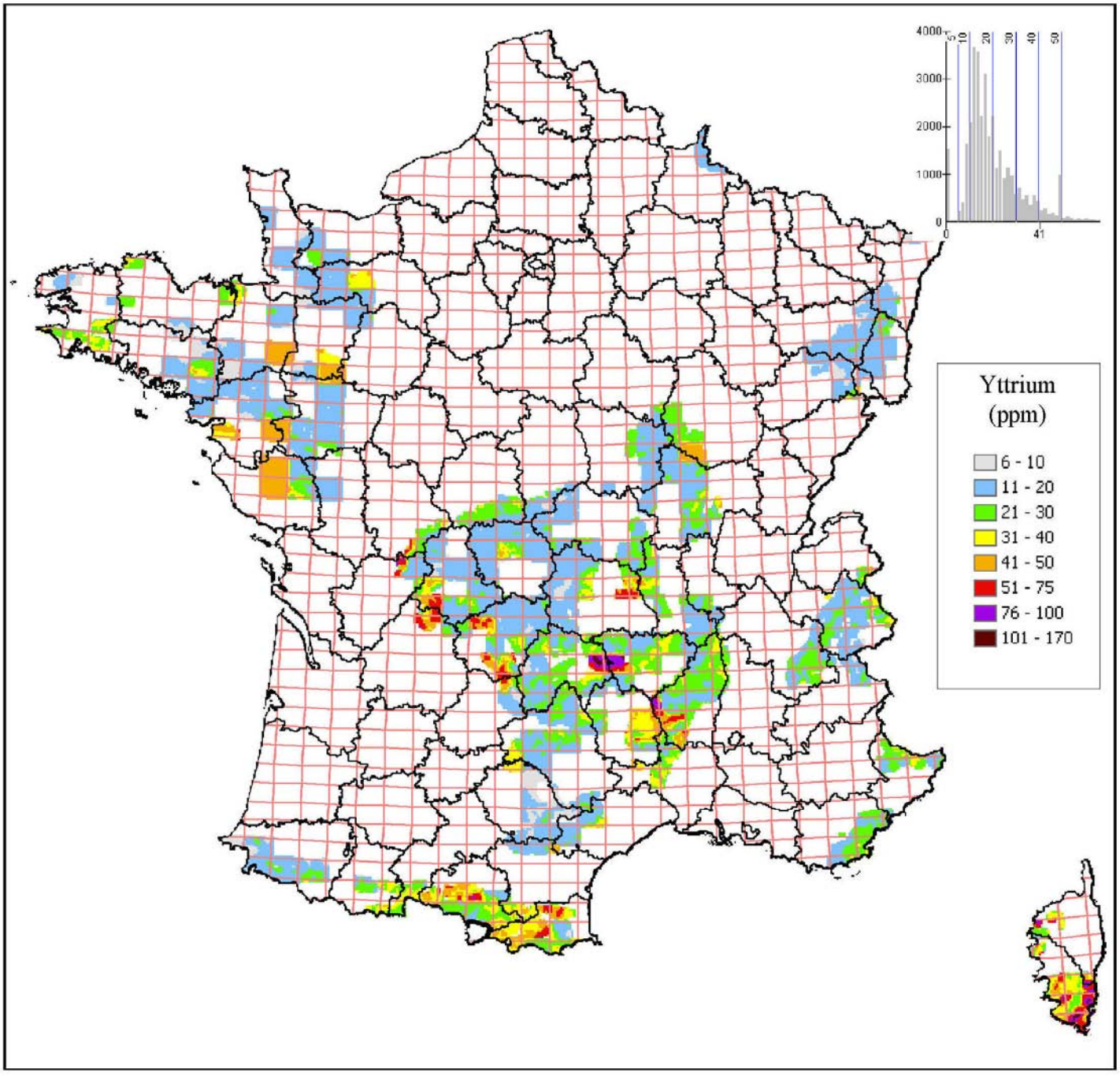


Figure B-19 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition de l'Yttrium (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 2 000 m.

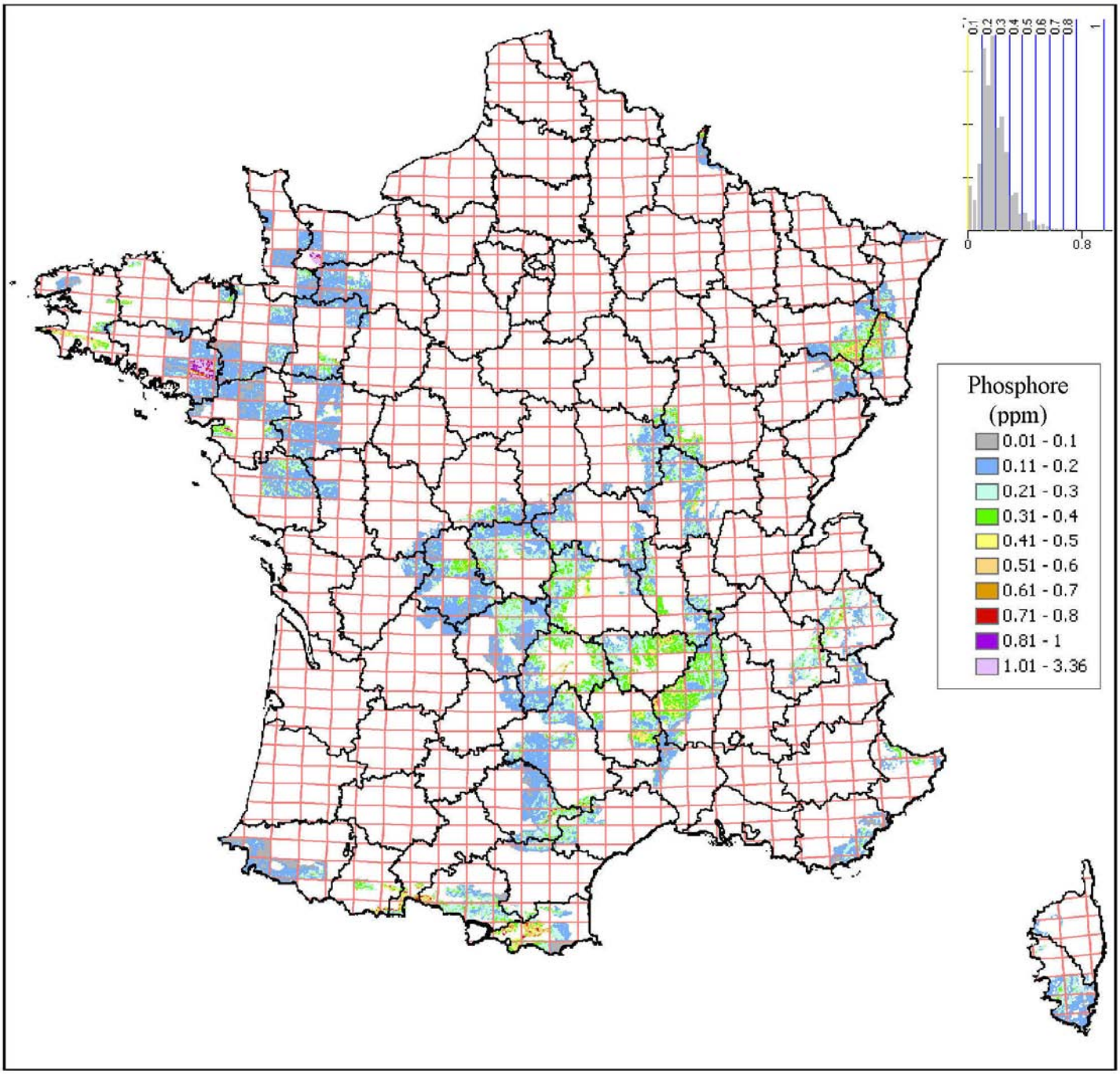


Figure B-20 - Inventaire minier BRGM, géochimie sédiments. Répartition du Phosphore (sur valeurs d'origine), maille de la grille d'interpolation : 1 000 m.

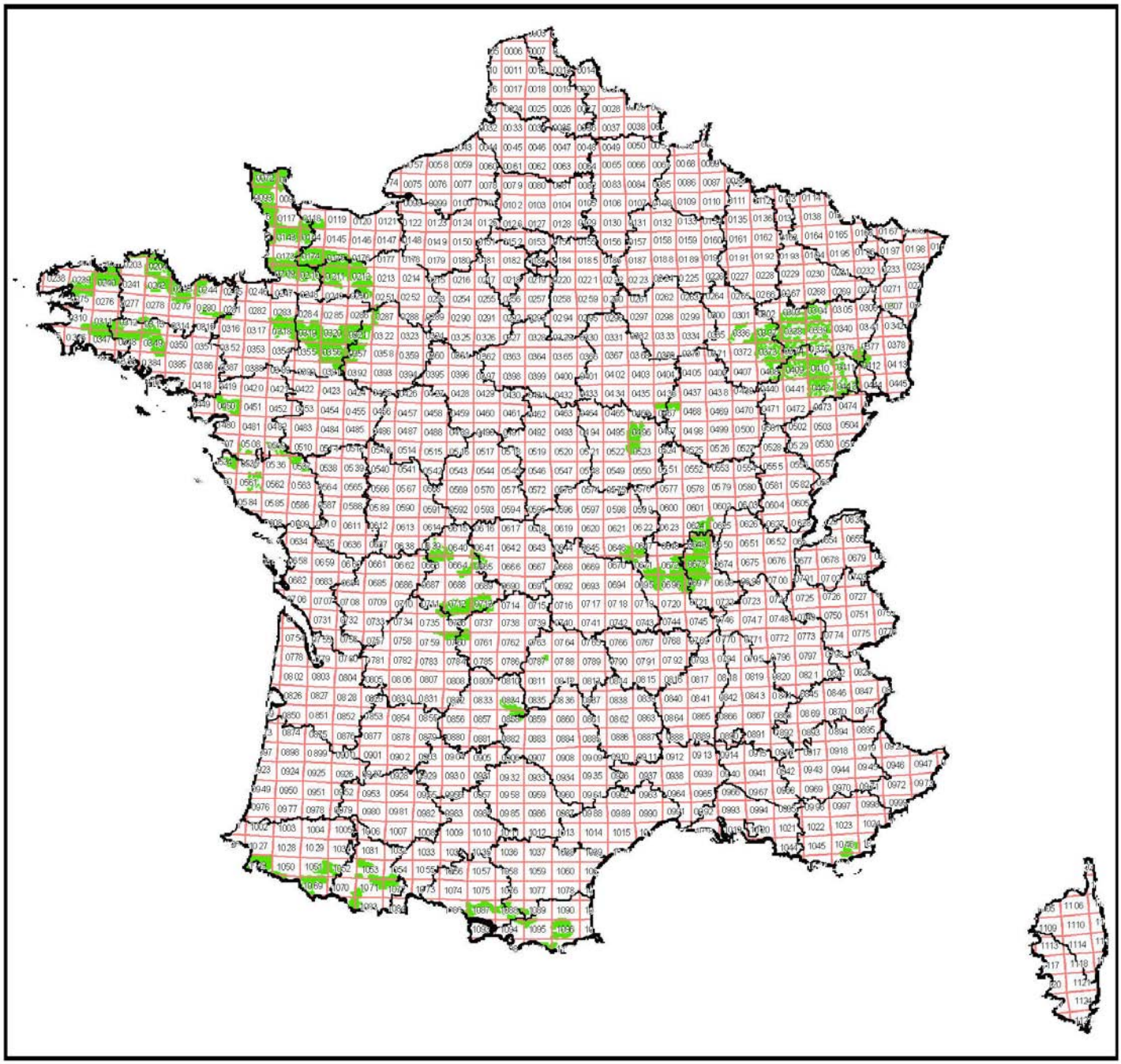


Figure B-21 - Stratégique SNEAP, géochimie sédiments. Localisation des analyses au quantomètre (58 633 échantillons).

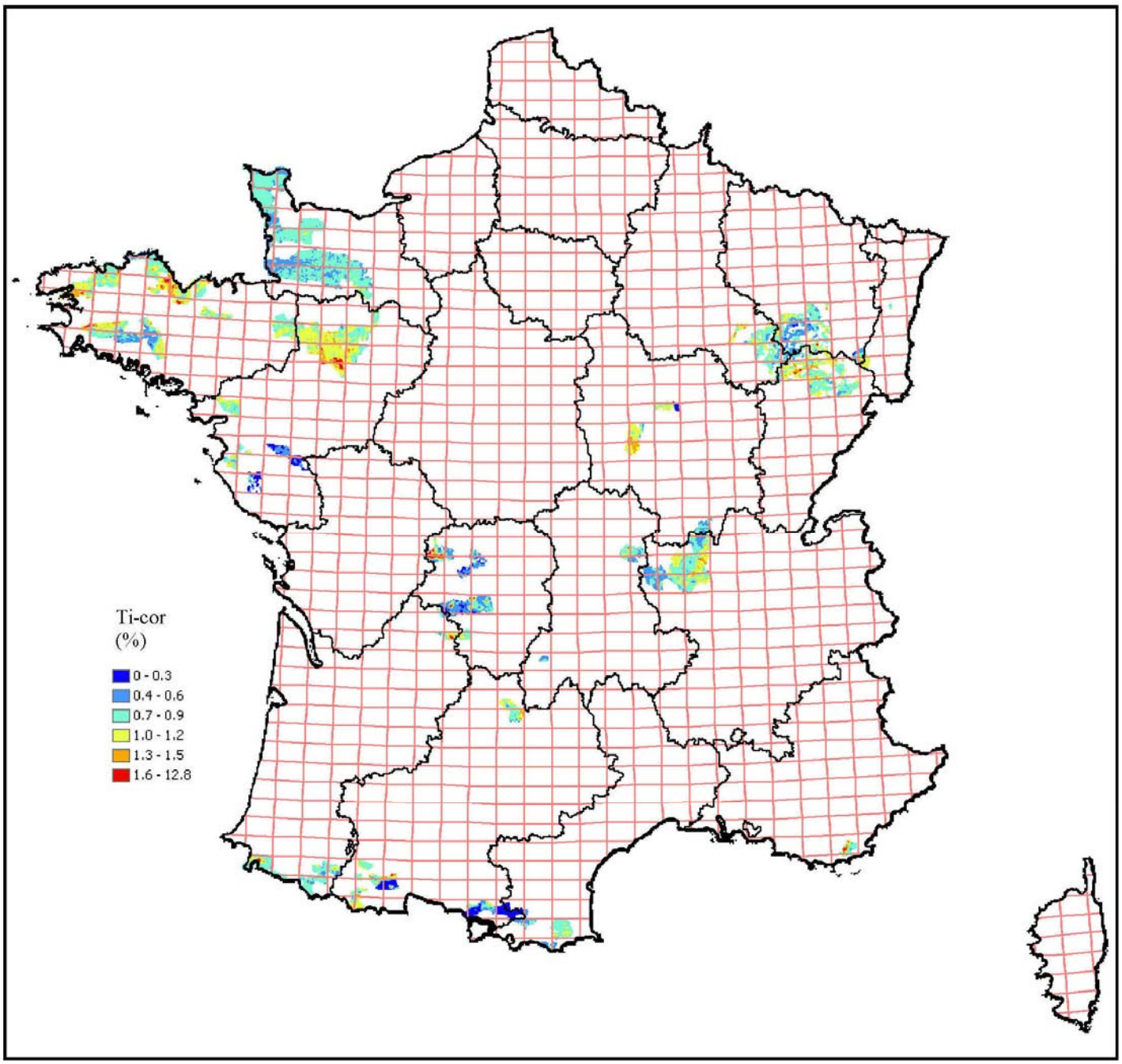
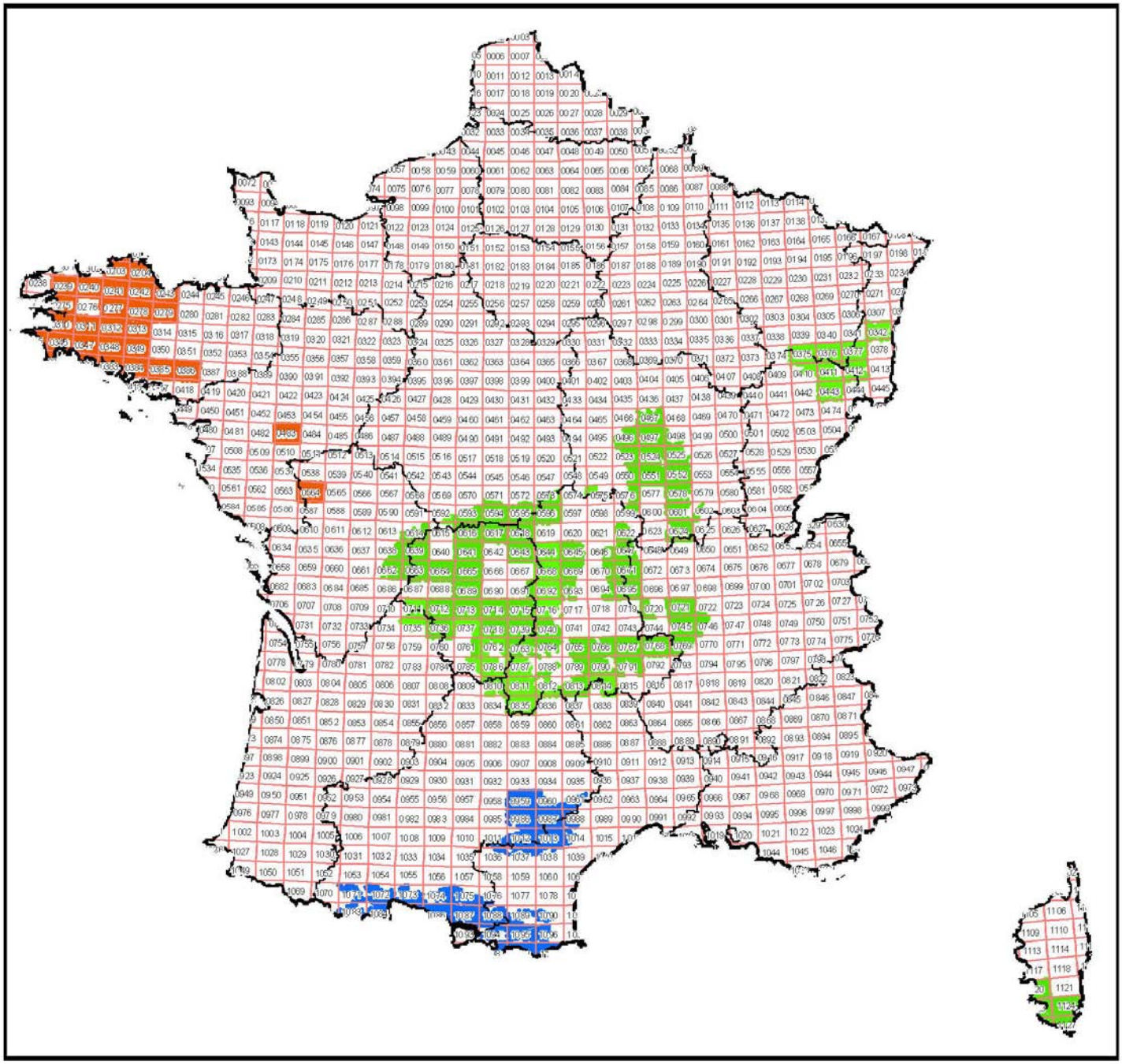


Figure B-22 - Stratégique SNEAP, géochimie sédiments. Répartition du Titane (sur valeurs rectifiées), maille de la grille d'interpolation : 1 000 m.

Annexe C

Localisation des échantillons alluvionnaires BRGM et distributions de quelques minéraux



couleur	nombre	codage (typ_cod)	signification
rouge :	15990	11	codes seuls
vert :	71269	13,23,33	valeurs pour tous minéraux
bleu :	9645	22	valeurs pour minéraux « utiles », codes pour autres

Figure C-1 - Inventaire minier BRGM, prospection batée.
Points d'échantillonnage et types de codage.

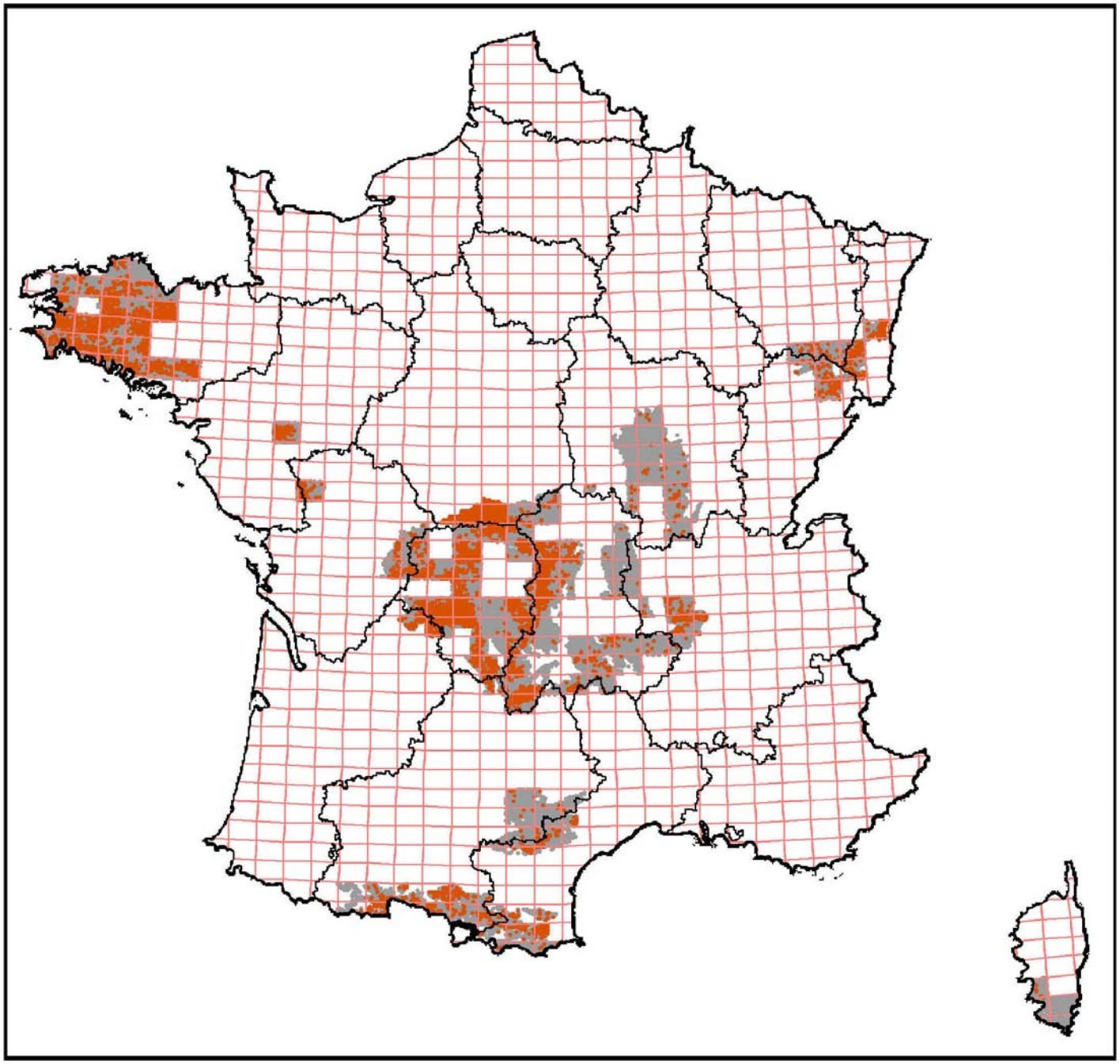


Figure C-2 - Inventaire minier BRGM, prospection batée.
En rouge : présence d'or. En gris : points de batée sans or.

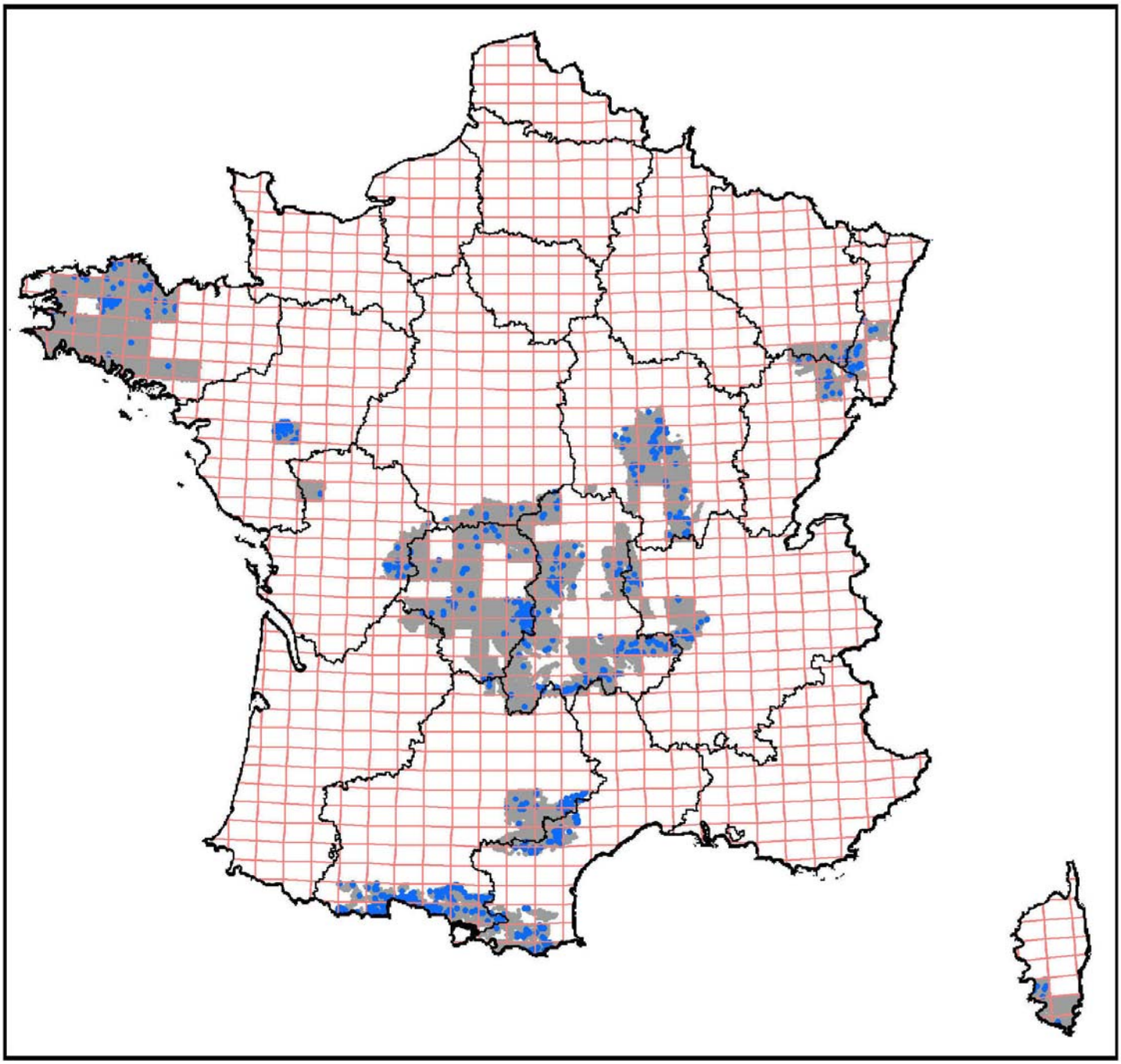


Figure C-3 - Inventaire minier BRGM, prospection batée.
En bleu : présence de galène ; en gris : points de batée.

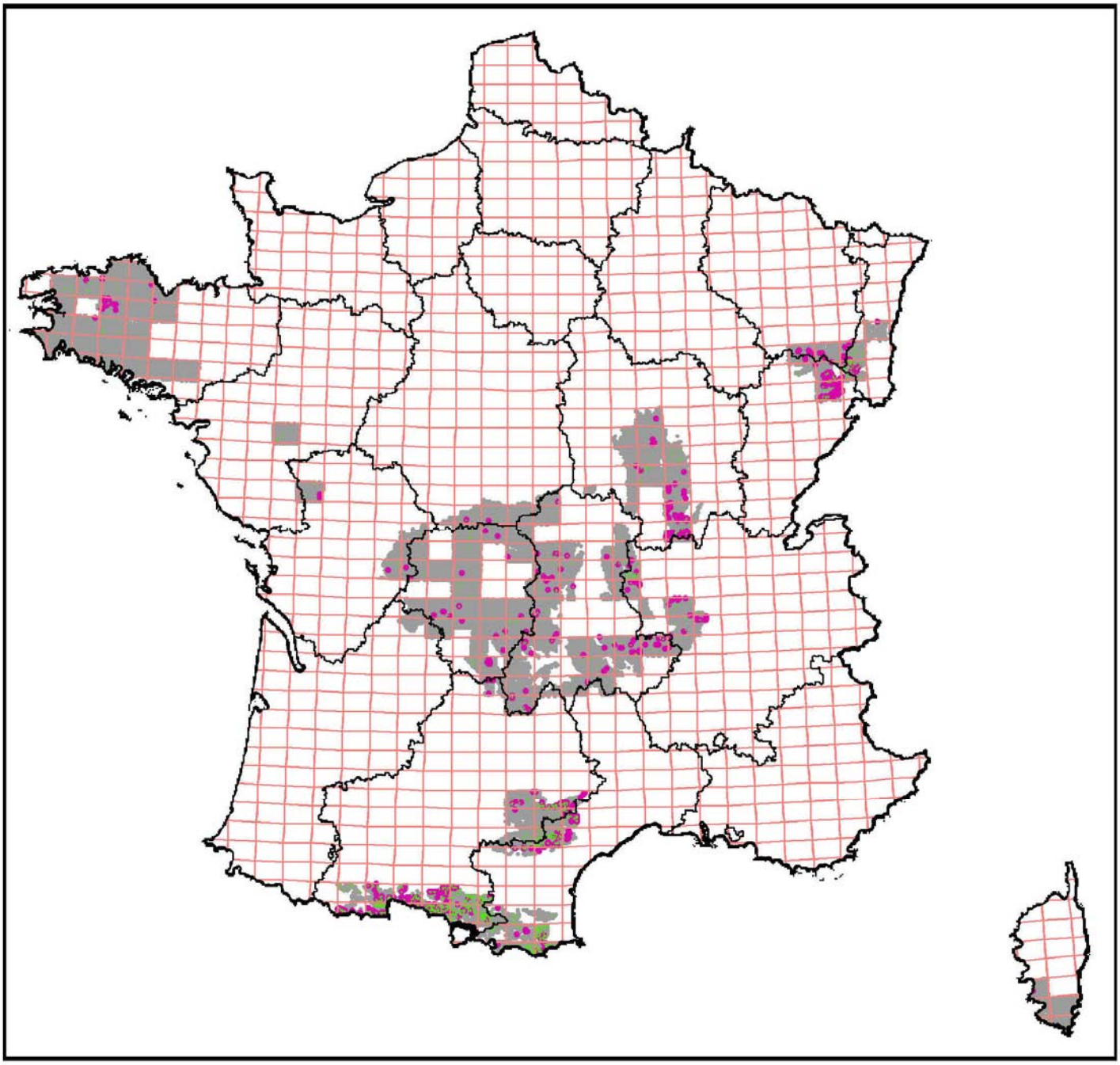


Figure C-4 - Inventaire minier BRGM, prospection batée.
En rose : présence de blende ; en vert : présence de chalcopyrite ; en gris : points de bâtée.

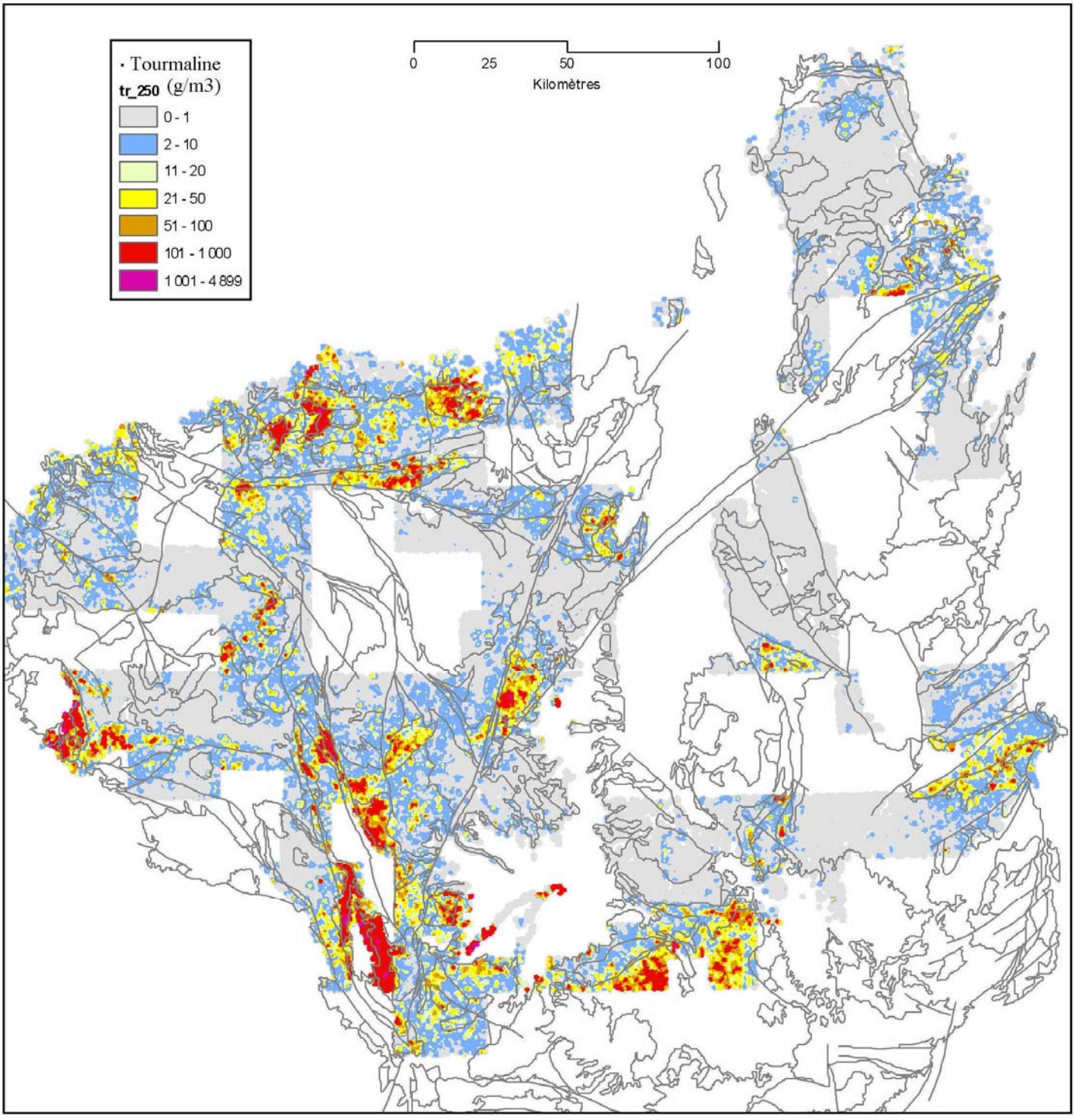


Figure C-5 - Inventaire minier BRGM, prospection batée. Répartition des concentrations en tourmaline (isovaleurs) dans le Massif Central – les zones riches = granites et micaschistes.

Annexe D

Liste des rapports « Inventaire » du BRGM

Cette annexe donne la liste des rapports BRGM concernant l'Inventaire. La grande majorité correspond à des prospections « stratégiques » sur le territoire métropolitain. Quelques autres rapports concernent des territoires d'Outre-Mer (Nouvelle-Calédonie). Enfin, certains traitent de données provenant de « tactiques » (échantillonnage à maille serrée).

Contenu des champs du tableau

Numéro rap.	Numéro du rapport dans la nomenclature bibliographique BRGM (ex. DAM/DEX/GCA INV n° 316)
Nom feuille	Nom de la ou des coupures 1/50 000 concernées
Auteurs	Le ou les auteurs du traitement des données et du rapport
Zone	Découpage par régions (CO = Corse ; MA = Massif Armoricain ; MC = Massif Central ; SW = région sud-ouest ; VB = Vendée ; PV, VA = Vosges-Alsace ; AL = Alpes-Côte d'Azur) ; avec un suffixe désignant une sous-région.
Numéro feuille	Numéro de la carte géologique 1/50 000 selon la nomenclature BRGM
Nb géoch.	Nombre d'échantillons géochimiques traités dans le rapport
Nb allu.	Nombre d'échantillons alluvionnaires traités dans le rapport
Nb tact.	Nombre d'échantillons à maille serrée traités dans le rapport
Date	Mois et année de la publication du rapport

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
001	Argentella	P.Boulanger	CO03	1109				déc-76
		J.Barbier	MA-E	238-239	100			
002	Bonifacio-Sotta	H.Zeegers	CO01	1127-1128	1898			déc-76
	Porto-Vecchio	P.Boulanger		1124				
003	Calvi,Santo-Pietro Di Tenda	H.Zeegers	CO03	1105-1106	811			déc-76
	Corte	P.Boulanger		1110				
004	Annonay, St Etienne,Vienne	J.Barbier	SW57-65	769-745	3523			janv-77
	Serrieres,Tournon,St Agreve			746-770-794-793				
005	Maurs,Aurillac,	P.Boulanger	MC-U	835-		1432		mai-77
	Vic-Sur-Cere			812		481		
006	La Chatre, Argenton/Creuse,	P.Boulanger	MC-D	594-593-		1074		mai-77
	Belabre, Ardentes			592-571				
007	Maurs	J.Barbier	MC-U	835	1528			août-77
		H.Boudet						
008	Carmaux Ouest, Realmont	H.Zeegers	SW-40	933-959	1931			juin-77
		L.Viallefond			760			août-78
009	Ancenis	H.Zeegers	VB-T	452	1332			sept-77
		P.Boulanger						
010	Chantonnay	H.Zeegers	VB-Y	563	1477			juin-77
		H.Boudet						
011	Vic-Sur-Cere,Chaudes-Aigues	J.Barbier	MC-U	812-813	1723			juil-77
		P.Boulanger						
012	Remiremont	P.Boulanger	PV-G	376	1348			sept-77
		E.Wilhelm						
013	Entraygues,Decazeville	J.Barbier	SW-38	836-859-	792			oct-77
	Espalion No			860				
014	Roccapina,Sartene	H.Zeegers	C0-01	1126-1123	783			juil-77
		P.Vairon						
015	Aurillac	J.Barbier	MC-U	811				sept-77
016	Villefranche-De-Rouergue 7-8	L.Viallefond	SW-31-39	882-883-	729			oct-77
	Rieupeyroux 5-6,Naucelle 1-2	H.Boudet		907				

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
017	La Roche-Sur-Yon	E.Wilhelm	VB-X	562	1848			janv-78
		P.Boulanger						
018	Belabre,Argenton-Sur-Creuse,	L.Viallefond	MC-D	592-593-	2640			déc-77
	La Chatre,Ardentes	H.Boudet		594-571				
019	Murat	P.Boulanger	MC-S	788	145			déc-77
			788					
020	Burzet,Largentiere	J.Barbier	SW-53-54	840-864	1362			sept-77
021	Givors,St Etienne,Vienne	P.Boulanger	MC-Q	722-745-746		1111		nov-77
022	Galeria	P.Boulanger	CO-III	1109			293	nov-77
023	Epinac-Les-Mines	L.Viallefond	MC-C	525	1165			déc-77
		H.Boudet						
024	Castres,Region St-Salvy	L.Viallefond	SW-41	986			820	juil-78
		P.Boulanger						
025	Castres	H.Zeegers	SW-41	986			1471	août-77
		P.Boulanger						
		L.Viallefond						
026	Aulus-Les-Bains	H.Zeegers	SW-28	1086	262			déc-77
		H.Boudet						
027	Vallet	D.Artignan	VB-V	482	1650			févr-78
		P.Boulanger						
028	Montaigu	L.Viallefond	MA-I	536	1974			déc-78
		P.Boulanger						
029	Givors,Vienne,St Etienne,	J.Barbier	MC-Q	722-746	2240			févr-78
	Annonay	H.Boudet		745-769				
030		P.Boulanger	MC-T	769		829		janv-78
031	St Amand-Montrond,Charenton-	L.Viallefond	MC-E	572-573-	3330			mars-78
	Du-Cher,Chateau-Meillan,Herisson	H.Boudet		595-596				
032	Munster	L.Viallefond	PV-H	377	1348			avr-78
		P.Boulanger						

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
033	Saugues	P.Boulanger	MC-U	814		735		févr-78
034	Saugues	J.Barbier	MC-U	814	1105			avr-78
		P.Lecuyer						
035	Nort-Sur-Erdre	D.Artignan	VB-T	451	1530			mars-78
036	Chateau-Meillan,St Amand-	P.Boulanger	MC-E	595-572		2114		mars-78
	Montrond,Charenton-Du-Cher, Herisson			573-596				
037	Vico, Secteur De Prunelli	H.Zeegers	CO-3	1113	278			févr-78
		P.Boulanger						
038	La Guerche-De-Bretagne	D.Artignan	VB-Q	354	1636			juin-78
		J.Letalenet						
039	Chateau-Gontier	D.Artignan	VB-R	391	1612			juin-78
		J.Letalenet						
040	Pontgibaud	P.Boulanger	MC-L	692		1174		avr-78
040	St Gervais	P.Boulanger	MC-L	668		1195		avr-78
041	Pontgibaud,St-Gervais	L.Viallefond	MC-L	692-668	3012			juin-78
	D'Auvergne	H.Boudet						
042	Genolhac	J.Barbier	SW-54	887	492			sept-78
		P.Lecuyer						
043	Pleaux	J.Barbier	MC-S	787	1082			sept-78
		P.Lecuyer						
044	Bagneres-De-Bigorre,Campan	H.Zeegers	SW-20-21	1053-1071	809			juil-78
		H.Boudet						
045	Revel,Mazamet	J.Letalenet	SW-33-41	1011-1012	321			août-78
		P.Boulanger			558			
					1791			
046	Zicavo	J.Letalenet	CO2	1121	1314			déc-78
		P.Boulanger						

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
047	Requista,St-Sernin,Lacaune,	H.Zeegers	SW-40-41	934-960-	2124			août-78
	Bedarieux	H.Boudet		987-988				
048	Pleaux	P.Boulanger	MC-S	787		966		févr-91
049	Giromagny	L.Viallefond	PV-I	411	1125			oct-78
		H.Boudet						
050	Foix	H.Zeegers	SW-35	1075	84			nov-78
	Voir Inv.142	H.Boudet						
051	Oradour-Sur-Glane,Confolens	P.Boulanger	MC-G	663-662		1734		sept-78
052	Chemille	J.Letalenet	VB-W	483	1827			avr-78
		P.Boulanger						
053	Oradour-Sur-Glane,Confolens	J.Barbier	MC-G	663-662	2400			déc-78
	Voir Invt.080	H.Boudet						
054	Galeria (Monte-Cinto Sw)	E.Wilhelm	CO-3	1109	316			oct-78
		P.Boulanger						
055	Zicavo,Ajaccio (Zone 2)	P.Boulanger	CO-2	1121-1120				oct-78
056	Lacapelle-Marival,St-Cere	H.Boudet	SW-29	834-810			1589	nov-78
		L.Viallefond	SW-30					
057	Argentella Centre Et Sud	P.Boulanger	CO-3				536	déc-78
058	Fours	P.Boulanger	MC-C	550	492			févr-79
059	Mayet-De-Montagne	P.Boulanger	MC-M	671		1181		déc-78
060	Bourg-Lastic	P.Boulanger	MC-P	716		795		déc-78
061	Neuf-Brisach	L.Viallefond	PV-H	378	730			mars-79
		P.Boulanger						
062	Mayet-De-Montagne	L.Viallefond	MC-M	671	1534			févr-79
		H.Boudet						
063	Entraygues/Truyere	D.Artignan	SW-38	836	656			juil-79
064	Cholet	J.Letalenet	VB-W	510	1642			févr-79
		P.Boulanger						

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
065	Latour D'Auvergne	P.Boulanger	MC-P	740		740		janv-79
066	Prunelli (Anomalies 1,2,3)	J.Barbier	CO-3				107	mars-79
		P.Boulanger						
067	Corse Zone 1	H.Zeegers	CO-1				468	mars-79
		P.Boulanger						
068	Bourg-Lastic, Latour	L.Viallefond	MC-P	716-740	2822			mai-79
	D'Auvergne	H.Boudet						
	Riom-Es-Montagnes		MC-S	764				
069	Pipriac	J.Letalenet	VB-P	387	1416			mai-79
		P.Boulanger						
070	Riom-Es-Montagnes	P.Boulanger	MC-S	764		563		févr-79
071	Espelette	P.Boulanger	SW-1	1026	508			mai-79
		J.Letalenet						
072	Montbrison, St-Etienne	P.Boulanger	MC-Q	720-745		452		mars-79
	(Compl. Pour St-Etienne)							
073	Ajaccio	P.Boulanger	CO-2	1120		460		sept-79
074	Ajaccio	J.Letalenet	CO-2	1120	1311			mai-79
		P.Boulanger						
075	Craon	C.Roquin	VB-Q	390	1433			juil-79
076	Genolhac,Besseges	J.Letalenet	SW-54	887-888	536			août-79
077	Montbrison	C.Roquin	MC-Q	720	534			janv-80
078		J.Letalenet	CO-2				1468	août-79
	Parma Monte-Martine, Prunelli,	P.Boulanger						
	Focalara, Liccatu, Argentella							
079	Bellac, Montmorillon, Isle-	P.Boulanger	MC-G	639-614-		2115		août-79
	Jourdain			638				

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
080	Bellac, Isle-Jourdain,	J.Barbier	MC-G	639-638-	2594			sept-79
	Montmorillon	P.Lecuyer		614				
081	Landivy	J.Letalenet	VB-H	248	1800			janv-80
082	Vichy	P.Boulanger	MC-I	646		337		oct-79
083	Thann	L.Viallefond	PV-J	412	1705			août-79
		P.Boulanger						
084	Burzet, Privas	J.Barbier	SW-53-54	840-841	2914			janv-80
		P.Lecuyer						
085	Torigny-Sur-Vire	L.Laville	VB-C	144	1571			janv-80
		P.Boulanger						
086	Vichy	H.Boudet	MC-I	646	412			mars-80
		L.Viallefond						
087	Gannat	H.Boudet	MC-I	645	980			mars-80
		L.Viallefond						
088	Le Creusot	P.Boulanger	MC-C	552		338		janv-80
089	La Haye-Du-Puits	J.Letalenet	VB-A	116	727			févr-80
090	St-Etienne	C.Roquin	MC-Q	745	1006			janv-80
091	Iholdy	C.Roquin	SW-7	1027	1442			févr-80
092	Ales	L.Laville	SW-54	912	199			mai-80
093	Gannat	P.Boulanger	MC-I	645		788		janv-80
094	Mauriac	P.Boulanger	MC-S	763		955		janv-80
095	Naucelle	B.Coste	SW-39	907	1254			mars-80
096	Bains-De-Bretagne	J.Letalenet	VB-Q	388	1413			avr-80
097	Albertville, Vizille Est	P.Boulanger	AL-07	726-797	65			mai-80
		H.Zeegers						

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
098	Maringues	P.Boulanger	MC-L	670		397		févr-80
099	St-Agreve, Tournon,	J.Barbier	SW-57	793-794	4359			avr-80
	Lamastre, Valence	P.Lecuyer		817-818				
100	Maringues	L.Viallefond	MC-L	670	458			déc-80
101	Mauriac	B.Coste	MC-S	763	1078			mars-80
102	Canala, Thio		NC-04		916			déc-80
103	Ussel	P.Boulanger	MC-P	715		1707		mai-80
104	Bort-Les-Orgues	L.Viallefond	MC-P	739	1696			août-80
105	Ussel	L.Viallefond	MC-P	715	1757			août-80
106	Le Creusot	J.Barbier	MC-C	552	1311			juin-80
		P.Boulanger						
107	Bort-Les-Orgues	P.Boulanger	MC-P	739		1577		mai-80
108	Albertville	P.Boulanger	AL-7	726	423			août-80
		L.Laville						
109	Aigueperse	P.Boulanger	MC-L	669		628		oct-80
110	Montaigut-En-Combrailles	P.Boulanger	MC-I	644		1374		août-80
111	Pouembout (Nelle Cal.)	P.Lecuyer	NC-3		263			août-80
112	Montaigut-En-Combrailles	L.Viallefond	MC-I	644	1559			août-80
113	Guer	D.Bonnefoy	VB-P	352	1531			août-80
114	St-Leonard-De-Noblat	P.Boulanger	MC-K	689		1355		sept-80
115	Les Herbiers	L.Laville	VB-Y	537	1760			nov-80
		P.Boulanger						
116	Aigurande	P.Boulanger	MC-H	617		1530		oct-80
117	Plombieres	D.Bonnefoy	PV-G	375	1748			nov-80

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
118	Aigurande	P.Boulanger	MC-H	617	1651			mars-81
119	St-Leonard-De-Noblat	H.Boudet	MC-K	689	1511			déc-80
120	Espalion	D.Bonnefoy	SW-38	860	537			
121	Collobrieres, Hyeres	L.Laville	AL-19	1046-1065	1980			janv-81
		P.Boulanger						
122	Meymac	P.Boulanger	MC-O	738		1579		févr-81
123	Lure	H.Boudet	PV-I	443	1726			févr-81
124	Aigueperse	L.Viallefond	MC-L	669	890			févr-81
		D.Bonnefoy						
125	Nihil							
126	Pouembout	P.Boulanger	NC-03			130		mars-81
127	Flers-De-L'Orne	J.Letalenet	VB-I	211	1872			juin-81
		P.Boulanger						
128	La Ferte-Mace	C.Leduc	VB-I	250	1910			juil-81
		P.Boulanger						
129	Chateauneuf-La-Foret	D.Artignan	MC-O	713	1385			mars-81
130	Poya-Azareu,Pouembout-Kone	D.Bonnefoy	NC-03-02		2722			avr-81
131	Chateauneuf-La-Foret	P.Boulanger	MC-O	713		1269		avr-81
132	Poya, Azareu	P.Boulanger	NC-03			134		mai-81
133	Camares, Bedarieux	L.Laville	SW-48-49	961-988	826			juil-81
		P.Boulanger			1671			
134	Thio	D.Bonnefoy	NC-04		1655			avr-81
		P.Boulanger	NC-04			353		mai-81
135	Koum	D.Bonnefoy	NC-04		142			avr-81
136	Loudeac	J.Letalenet	VB-K	314	1657			sept-81
137	St-Jean-De-Pied-De-Port	D.Bonnefoy	SW-07	1049	1264			juin-81

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
138	St-Geniez-D'Olt	D.Bonnefoy	SW-46	1053	861			août-81
139	Carcassonne, Revel, Mazamet,	D.Bonnefoy	SW-41-42	1037-1011	2081			oct-81
	Castelnaudary		SW-33-34	1012-1036	781			
140	Saulieu		MC-A	497		964		août-81
141	Clermont-Ferrand	J.M.Angel	MC-L	693	360			juil-81
142	Vicdessos, Ax-les-Thermes,	C.Leduc	SW-35	1087-1088	2023			sept-81
	Foix, Lavelanet			1075-1076	COMPLET			
143	La Rochette, Albertville	L.Laville	AL-07	750-726	1074			sept-81
144	Luxeuil-Les-Bains	H.Boudet	PV-I	410	189			août-81
145	La Souterraine	P.Boulanger	MC-H	641		1186		août-81
146	Lembach	C.Leduc	PV-C	168	589			nov-81
147	Chateau-Chinon	P.Boulanger	MC-C	523		536		août-81
148	Redon	J.Letalenet	VB-S	419	1532			oct-81
149	Saulieu	C.Leduc, P.B.	MC-A	497	1517			déc-81
150	Espelette, Iholdy	H.Boudet	SW-01-07	1026-1027		163		oct-81
	Voir Inv.71,91							
151	Clermont-Ferrand	P.Boulanger	MC-L	693		210		sept-81
152	Evaux-Les-Bains	P.Boulanger	MC-I	643		899		sept-81
153	La Souterraine	C.Leduc	MC-H	641	1411			nov-81
154	Conde-Sur-Noireau	J.Letalenet	VB-D	175	1799			janv-82
155	Charleville-Francheval	D.Bonnefoy	PV-L	69-70	1582			avr-82
	Givet,Fumay			40-53				
156	Pam-Ouegoa, Pouebo	P.Boulanger	NC-01	1304-1305		314		août-81

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
157	Meymac	D.Artignan	MC-O	738	1686			déc-81
158	Monceau-Les-Mines	P.Boulanger	MC-F	578		658		janv-82
159	St Symphorien-Sur-Coise	P.Boulanger	MC-Q	721		958		janv-82
160	Chateau-Chinon	D.Bonnefoy	MC-C	523	1193			mai-82
161	Pam Ouegoa	J.Letalenet	NC-01	1304	1763			juin-82
162	Kouaoua	J.Letalenet	NC-03-04	1320	210			juin-82
163	Besseges	J.Letalenet	SW-54		733			sept-82
					714			
					924			
							384	
164	Ploermel	D.Bonnefoy	MA-P	351	1479			août-82
165	St-Symphorien-Sur-Coise	D.Artignan	MC-Q	721	1387			juil-82
166	St-Tropez-Frejus-Fayence	C.Leduc	AL-17-19	1047-1024	1966			juil-82
	Grace			998-999				
167	Pouebo	J.Letalenet	NC-01	1305	826			juin-82
		P.Boulanger						
168	Paimboas, Koumac, Hienghene	J.Letalenet	NC-02	1307-1306-1308	1543			juin-82
169	Puget-Theniers/St-Etienne	D.Artignan	AL-15	946-920				mars-82
	De-Tinee							
170	Poum, Paagoumene	J.Letalenet	NC-01	1302-1303	829			juil-82
171	Ceret	P.Lecomte	SW-44	1096	1319			mars-82
172	Evaux-Les-Bains	L.Viallefond	MC-I	643	1243			mars-82
173	Bugeat	P.Boulanger	MC-O	714		1417		mars-82
174	Montceau-Les-Mines	L.Viallefond	MC-F	578	1211			mars-82
175	Gerardmer	H.Boudet	PV-H	341	1430			juil-82
		D.Bonnefoy						
176	Villaines-La-Juhel	I.Salpeteur	MA-M	286	2005			août-82
		D.Bonnefoy						

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
177	Nexon	P.Boulanger	MC-O	712		1264		avr-82
178	Valence Et Crest	L.Viallefond	SW-57-58	818-842			61	déc-82
179	Nlle Caledonie	P.Boulanger	NC-01-02			321		oct-82
180	Montredon Labessonnie Sud	L.Viallefond	SW-41				1088	oct-82
181	Chemille	L.Viallefond	MA-W	483			585	oct-82
182	Aulus-Vicdessos	C.Leduc	SW-28-35	1086-1087	938			août-82
183	Autun	P.Boulanger	MC-C	551		898		août-82
184	Cannes-Draguignan	C.Leduc	AL-19	1024-1023	361			déc-82
185	Nexon	J.Letalenet	MC-O	712	1556			sept-82
187	Craponne/Arzon	L.Viallefond	MC-T	767	1525			oct-82
188	Tardets-Sorholus-Larrau	J.Letalenet	SW-07	1050-1068	1792			déc-82
189	Craponne/Arzon	P.Boulanger	MC-T	767		1093		oct-82
190	St-Die	C.Leduc	PV-D	306	1185			déc-83
191	Selestat	C.Leduc	PV-E	307	803			avr-83
192	Ambialet (Carmaux)	L.Viallefond	SW-40	933			1428	mai-82
193	Cluny	P.Boulanger	MC-J	624		1071		déc-82
194	Nlle Caledonie Poya-Moindou	D.Bonnefoy	NC-03-04	1317-1322	1043			juin-83
	Me-Maoya, Bourail, Houailou			1318-1321				
				1319				
195	Nlle Calodine Paimboas-Voh,	D.Bonnefoy	NC-02	1307-1309	257			juil-83
	Co-Koumac			1345-1306				
196	Angers	C.Leduc	MA-U	454	1221			mars-83
		P.Boulanger						
197	Colmar	C.Leduc	VA-H	342	421			avr-83
		P.Boulanger						
198	St-Bonnet-De-Joux	P.Boulanger	MC-F	601		675		mars-83

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
199	Ales-Besseges (Socle)	J.Letalenet	SW-54	888-912	1084			sept-83
200	Bois-Des-Layes	L.Viallefond	SW-57		61			mars-83
201	Nlle Caledonie Poya-Moindou	P.Boulanger	NC-02-03	1317-1322		101		août-83
	Koumac-Voh		NC-04	1306-1309				
202	Bouges-Genolhac (Semi-Strat)	L.Viallefond	SW-54	887	173			mars-83
203	St-Bonnet-De-Joux	L.Viallefond	MC-F	601	986			oct-83
		P.Bolanger						
204	Cluny	L.Viallefond	MC-J	624	1285			oct-83
		P.Boulanger						oct-83
205	Le Bleymard	L.Viallefond	SW-53	863	2282			mai-83
206	Villedieu-Les-Poeles	L.Laville	MA-C	173	1574			juil-83
		C.Leduc						
207	Bourg-St-Maurice, Tignes,	D.Artignan	AL-07	727-752	1544			sept-83
	St-Foy-Tarentaise-Moutiers			751				sept-83
208	Domene, St-Jean-de-Maurienne	D.Artignan	AL-08-09	773-774	878			août-83
209	Nlle Caledonie Poum,	P.Boulanger	NC-01	1302-1303		77		août-83
	Paagoumene, Pam Ouega			1304				
210	Dornes	P.Boulanger	MC-E	575		39		juin-83
211	Lucenay-Leveque	P.Boulanger	MC-C	524		886		juin-83
212	Le Puy	P.Boulanger	MC-T	791		396		août-83
213	Pouilly-En-Auxois	P.Boulanger	MC-A	496		66		août-83
214	Moncoutant	C.Leduc	MA-Y	564	1931			déc-83
215	St Martin-Vesubie,T ende,	D.Artignan	AL-15	947	669			août-83
	Vieve							
216	Nlle Caledonie Poum,	C.Leduc	NC-01	1302-1303	610			juil-83
	Paagoumene							

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
217	Le Lion D'Angers	L.Laville	MA-ZU	423	1821			mai-84
218	Molsheim , Cirey	C.Leduc	VA-E-D	271-270	913			déc-83
219	Questembert	C.Leduc	MA-S	418	1796			oct-83
220	Aulus-Les-Bains (2e Partie)	D.Artignan	SW-28	1086	612			déc-83
221	Bugeat	J.Letalenet	MC-O	714	1697			nov-83
222	Pam-Ouegoa, Paagoumene	J.Letalene	NC-01	1304-1303	873			sept-83
223	Fougeres	C.Leduc	MA-L	283	1822			juin-84
224	Entraygues/Truyere	L.Viallefond	MC-U	836	292			déc-83
225	Bourganeuf	P.Boulanger	MC-K	665		958		janv-84
226	Rieupeyroux	J.Letalenet	SW-39	883	1603			janv-84
227	Autun	L.Laville	MC-C	551	1681			janv-84
228	Bourganeuf	J.Letalenet	MC-K	665	1601			janv-84
229	Serrieres, Tournon	D.Artignan	AL-08	770-794	212			déc-83
230	Dornes	D.Artignan	MC-E	575	225			févr-84
231	Nlle Caledonie Ponerihouen Me-Maoya	J.Letalenet	NC-03	1315-1318	548	48		avr-84
232	Bruyeres	C.Leduc	VA-G	340	702			avr-84
233	Les Perrieres	D.Artignan	AL-07				817	mars-84
234	Goyeta-Pana, Touho	J.Letalenet	NC-02	1310-1311	1196			juin-84
235	St-Yrieix	P.Boulanger	MC-O	736		1242		mai-84
236	District De Lizio	J.Letalenet	MA-L				220	juin-84
237	Laroche-Bernard	C.Leduc	MA-S	449	942			sept-84
238	St Hilaire La Croix	L.Viallefond	MC-L				194	

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
239	Largentiere (Couverture)	J. Letalenet	SW-53-58	864	533			juin-84
240	Largentiere (Socle)	J. Letalenet	SW-53	864	1169			nov-84
					240			
241	Corbigny	P. Boulanger	MC-A	496		589		août-84
242	Vif, Vizille, La Grave,	D. Artignan	AL-08-09-10	796-797	1717			févr-85
	La Chapelle En Vercors,			798-820				
	La Mure			821				
243	Lucenay L'Eveque	L. Laville	MC-C	524	1464			mai-85
244	Le Puy	C. Leduc	MC-T	791	892			mai-85
245	Monistrol/Loire	C. Leduc	MC-T	768	1527			mai-85
246	Monistrol/Loire	P. Boulanger	MC-T	768		736		sept-84
247	Pouilly En Auxois	C. Leduc	MC-A	496	606			
248	Domfront	C. Leduc	MA-I	249	1895			déc-84
249	Diois Et Baronnies	D. Artignan	AL-12	868-867	916			nov-84
	Dieulefit,Nyons (Semi-Stra)			891				
250	Quarre Les Tombes	C. Leduc	MC-A	467	1238			mars-85
251	Rodez	J. Letalenet	SW-39	884	2023			
252	Plabennec Landerneau	D. Artignan	MA-E	238-239	1020			févr-85
253	Nozay	C. Leduc	MA-T	420	1612			mars-85
254	Mortain	L. Laville	MA-H	210	1960			mars-85
255	Ambazac	C. Leduc	MC-K	664	1580			mars-85
256	Corbigny	L. Laville	MC-A	765	945			déc-85
257	Massiac	C. Leduc	MC-S	765	845			août-85
258	Massiac	P. Boulanger	MC-S	765		448		janv-85

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
259	Quarre Les Tombes	P. Boulanger	MC-A	467		431		janv-85
260	Ambazac	P. Boulanger	MC-K	664		749		janv-85
261	Montmelian	D. Artignan	AL-06	749	52			janv-85
262	Hienghene, Goyeta-Pana	J. Letalenet	NC-02	34B-34D	1463			juin-85
	Touho			43C				
			89					
263	Paimboas, Koumac, Voh	C. Leduc	NC-02	33B-34A-34C	1067	54		juin-85
264	St Yrieix	L. Viallefond	MC-O	736	1670			mai-85
265	Bagnols Les Bains	L. Viallefond	SW-53				406	avr-85
266	Briancon	D. Artignan	AL-11	823	613			août-85
267	St Gervais Et Ugine	D. Artignan	AL-05	702.703	708			août-85
268	Bagnere De Luchon	C. Leduc	SW-21-28	1084-1085	897			sept-85
	Pic De Mauberme							
269	Tournus	P. Boulanger	MC-F	602	64			sept-85
270	Semi-Strategique Carmaux	C. Leduc	SW-40	933	560			déc-85
271	Najac Villefranche	C. Leduc	SW-31	905-882	1372			nov-85
272	Prats De Mollo	C. Leduc	SW-44	1089-1100	2261			nov-85
	Arles Sur Tech							
273	Le Donjon	D. Artignan	MC-J	624	507			sept-85
274	Lapalisse	D. Artignan	MC-J	647	974			oct-85
275	Synthese Nord	J. Letalenet	NC-01-02					déc-85
276	Burzet Langogne	J. Letalenet	SW-53	840-839	501			mars-85
277	Privas Burzet Lamastre	J. Letalenet	SW-52	816-817	1910			mars-85
	Le Monastier Yssingeaux			840-841-792				
278	Elven	L. Laville	MA-O	385	1575			déc-85
279	S Lapalisse	P. Boulanger	MC-J	647		576		nov-85

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
280	Combescure	J. Letalenet	SW-55	937			278	nov-85
281	Le Donjon	P. Boulanger	MC-J	622		334		déc-85
282	Bordure Cevenole	J. Letalenet	SW					févr-85
283	Boussac	P. Boulanger	MC-I	618		786		déc-85
284	Boussac	L. Viallefond	MC-I	618	1375			janv-86
285	Mazamet St. Pons	L. Laville	SW-41	1012-1013	3225			mars-86
	St-Pons							
286	Val De Burat	L. Viallefond	SW-21	1072			269	mars-86
287	Koumac	J. Letalenet	NC-02	33B	175			mars-86
288	Goyeta-Pana Et Voh	J. Letalenet	NC-02	34D-34C	819			mars-86
289	Ponerihouen Me Maoya	J. Letalenet	NC-03	101B-101D	317			mars-86
	Paeoua			101A				
290	Oloron Ste Marie	L. Laville	SW-13	1051	1592			avr-86
291	St Jean Modane Nevache	D. Artignan	AL-09	774-775	600			mai-86
	La Grave			799-798				
292	Dompierre /Besbre	L. Leduc	MC-F	599-576	313			sept-86
	Bourbon Lancy				543			
293	Thouarce-Vihiers	L. Laville	MA-W	484-511	1753			nov-86
294	Uzerche-Tulle- La Roche C.	A. Lambert	MC-R	761-762				nov-88
			MC-O	737	884			
			MC-R	761	414			
			MC-R	762	384			
295	Mende-Florac	J. Letalenet	SW 464754	862-886	1579			déc-86
	Genolhac-Besseges			887-888				
		1987						
296	Dun-Le Palestel	J. Letalenet	MC-H	616	1332			août-87

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
297	Houailou	I. Salpeteur	NC-03	102C	519			sept-87
298	Goyeta Pana-Touho	I. Salpeteur	NC02-03	034D-043C	1737			sept-87
	Pouembout-Paeoua			92D-101		96		
299	Touho-Poindimie	J. Letalenet	NC02-03	043C-043D	1824			sept-87
	Ponerihouen, Baie Lebris			101B-102A		101		
300	Prades	L.Viallefond	SW 44	1095	1152			oct-87
301	Moindou,Canala, Oua-Tom	I. Salpeteur	NC04	104A-104B	1633			déc-87
				104D		65		
302	Noumea St Louis	I. Salpeteur	NC05	171B-172A	217			déc-87
						36		déc-87
303	Bouloupari	I. Salpeteur	NC04	113C	377			déc-87
304	Pont-Croix	B. Coste	MA N	345	342			oct-88
	Quimper			346	372			
	Rosporden			347	462			
305	Brioude	A.Lamb J.Letal	MC-S		1205			déc-88
306	Langeac, St-Flour	A.Lambert	MC-S	790	961			avr-89
				789	434			
307	Langeac, St Flour	P. Boulanger	MC-S	790		750		avr-89
				789		322		
308	Fontargente,	M .Fournier	SW-36	1093	59			avr-89
	Mont-Louis			1094	563			
	Saillagouse			1098	588			
309	Brioude	P. Boulanger	MC-S	766		489		avr-89
310	Noiretable	A. Lambert	MC-M	695	1332			oct-89
	Thiers		MC-L	694	256			
311	Argentan	J.Letalenet	MA-I	212	1149			oct-89
312	Meslay-Du-Maine	J.Letalenet	MA-R	356	740			oct-89
313	Gourin	J.Letalenet	MA-J	311				nov-89
314	Paimboeuf	Y.Husson	MA-V	480	780			déc-89
315	Dinan	I.Sapeteur	MA-G	245	1024			avr-90

N° rapp	Nom feuille	Auteurs	Zone	N° feuille	Nb geoch	Nb allu	Nb tact	Date
316	Chalus	A.Lambert	MC-N	711	888	548		sept-90
	Thiviers			735	494			
317	Huelgoat - Carhaix	I.Salpeteur	MA-JK	276-277	500			août-90
318	Arreau,	J.M.Angel	SW-21	1072	917			févr-91
	Bagneres De Luchon		SW-21	1084	430			
	Campan		SW-21	1071	30			
	Vielle-Aure		SW-21	1083	369			
	Aspet		SW-28	1073	1002			
319	Brive	A.Lambert	MC-R	785	328	321		avr-91
	Argentat		MC-R	786	1182	957		
	St Cere		SW-29 ?	810	815	815		
320	Teurtheville Val De Saire	C.Leduc					tact	
321	Lannion	J.M.Angel	MA-F	203				déc-91
322	Pommerit-Jaudy	A. Lambert	MA	204			340	nov-92

Annexe E

Paramètres analytiques du laboratoire BRGM d'Orléans pour les différentes méthodes utilisées

Ce fichier, intitulé CØ020021, regroupe l'ensemble des résultats analytiques répartis de la façon suivante :

pages 1 à 27 : Ajaccio : n° 1332 à 2655.

Ces données sont présentées de la façon suivante :

a) le n° de l'échantillon (colonne ECH.) ;

b) une zone de codage "DIVERS" sur 4 colonnes avec :

col. 1 : le n° de groupe dans lequel 0 = sédiments de ruisseaux
1 = sol sur alluvions
2 = sol en fond de vallon
3 = sol.

col. 2 : zone non cultivée = 0 ; cultivée = 1

col. 3 = absence de marécage = 0 ; présence = 1

col. 4 : un code géologique

1 = recouvrement tertiaire et quaternaire
2 = grès, arkoses, conglomérats, poudingues, quartzites...
3 = schistes, micaschistes...
4 = calcaires, dolomies, marnes...
5 = gneiss, leptynites, migmatites...
6 = amphiboles, gabbros, andésites, basaltes, serpentines...
7 = granites et diorites.

c) les coodonnées X et Y

d) la première variable N.FE correspond au n° coupures B.R.G.M. au 1/50 000

e) les teneurs des éléments.

Le fichier est édité en deux parties :

La première partie :
Fe2X, Mn, Pb, Zn, Cu, Ag, Cd, As, Sb, Ba, P.

La deuxième partie :
B, Be, Sn, Mo, W, Y, Nb, V, Ni, Co, Cr.

Les échantillons se terminant par 99 et correspondant à des doubles ainsi que des témoins, ont été supprimés du listing.

Tableau E-1 – Définition des codes Terrain (CDTR) – exemple de la feuille Ajaccio (1979).

Ce fichier, intitulé "MCZCZZ2O", regroupe l'ensemble des résultats analytiques d'une prospection géochimique stratégique effectuée par la Division "Massif Central" dans le cadre de l'Inventaire géochimique de la France sur la feuille au 1/50 000e Epinac-les-Mines (zone C).

Les données sont présentées de la façon suivante :

a) le n° d'échantillon (colonnes ECH. du fichier) ;

b) une zone de codages "DIVERS" sur 4 colonnes avec :

col. 1 : un numéro de groupe dans lequel :
0 = sédiments de ruisseaux, 1 = sols sur alluvions,
2 = sols en fond de vallon, 3 = sols ;

col. 2 : un codage dans lequel :
0 = zone non cultivée ; 1 = zone cultivée ;

col. 3 : un codage dans lequel :
0 = absence et 1 = présence de marécage ;

col. 4 : un code géologique simplifié (spécial à la Division Massif Central) dans lequel :
1 = granite ; 2 = gneiss, schistes ; 3 = calcaires et sédimentaire ; 4 = roches volcaniques ; 5 = volcano-sédimentaire ; 6 = grès, schistes et poudingues houillers.

c) les coordonnées X et Y ;

d) les teneurs des éléments.

Le fichier est édité en deux parties :

- 1ère partie (pages 1 à 24) :
SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, Mn, P, Ti, B, V, Cr, Co, Ni, Y et Zr ;

- 2è partie (page 25 et suivantes) :
Cu, As, Pb, Ag, Ba, Zn, Cd, W, Sb, Sn, Li, Sr, Mo, La, Nb et Bi.

Tableau E-2 – Définition des codes Terrain (CDTR) – exemple de la feuille Epinac (1977).

Listing des résultats des échantillons analysés

par plasma inductif

pour 22 éléments

REMARQUE:

UNE VALEUR EGALE A LA LIMITE INFERIEURE DE DOSABILITE DOIT ETRE CONSIDEREE COMME EGALE OU INFERIEURE A CETTE LIMITE
UNE VALEUR EGALE A xxxxxx DOIT ETRE CONSIDEREE COMME NON DETERMINEE

SYMBOLE DES ELEMENTS	LIMITES INFERIEURES DE DOSABILITE	
FE2X = FE203	0.10 0/0	
MN	10. G/T	
PB	10. G/T	
ZN	10. G/T	
CU	10. G/T	
NI	10. G/T	
AG	0.2 G/T	
CD	1. G/T	
AS	20. G/T	
SB	20. G/T	
BA	10. G/T	
P	10. G/T	
F2=FLUOR	5. G/T	(ANALYSE A LA DEMANDE)
B	10. G/T	
BE	1. G/T	
SN	20. G/T	
MO	2. G/T	
W	10. G/T	
Y	5. G/T	
NB	10. G/T	
V	10. G/T	
NI	10. G/T	
CO	1. G/T	
CR	10. G/T	

Tableau E-3 – Extrait du listing des résultats analytiques correspondant à la feuille Noirétable - 1989- (laboratoire BRGM Orléans) précisant les limites et restrictions pour les analyses DCP.

```
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
X      EDITION DES RESULTATS             X
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
```

ELEMENTS	LIMITES INFERIEURES DE DOSABILITE	LIMITES SUPERIEURES DE DOSABILITES
SIO2	1.00 %	100.00 %
AL2O3 (AL2X)	1.00 %	100.00 %
FE2O3 (FE2X)	1.00 %	100.00 %
CAO	1.00 %	100.00 %
MGO	1.00 %	50.00 %
K2O	0.50 %	20.00 %
MNO	0.01 %	20.00 %
TIO2	0.01 %	35.00 %
P	100. G/T	80000. G/T
LI	10. G/T	40000. G/T
BE	2. G/T	3500. G/T
B	10. G/T	18000. G/T
V	10. G/T	40000. G/T
CR	10. G/T	15000. G/T
CO	5. G/T	25000. G/T
NI	10. G/T	18000. G/T
CU	5. G/T	8000. G/T
ZN	5. G/T	20000. G/T
AS	20. G/T	50000. G/T
SR	5. G/T	10000. G/T
Y	20. G/T	5000. G/T
NB	20. G/T	15000. G/T
MO	5. G/T	7500. G/T
AG	0.2 G/T	700. G/T
CD	2. G/T	5000. G/T
SN	10. G/T	20000. G/T
SB	10. G/T	25000. G/T
BA	10. G/T	3500. G/T
LA	20. G/T	15000. G/T
CE	10. G/T	5500. G/T
W	10. G/T	15000. G/T
PB	10. G/T	6500. G/T
BI	10. G/T	10000. G/T
ZR	20. G/T	14000. G/T

```
 REMARQUE:
 ---------

UNE VALEUR EGALE A LA LIMITE INFERIEURE DE DOSABILITE DOIT ETRE CONSIDEREE COMME
INFERIEURE OU EGALE A LA LIMITE
UNE VALEUR EGALE A LA LIMITE SUPERIEURE DE DOSABILITE DOIT ETRE CONSIDEREE COMME
SUPERIEURE OU EGALE A LA LIMITE

LES CONCENTRATIONS SONT DETERMINEES PAR RAPPORT A UN ECHANTILLON EVENTUELLEMENT
DEBARRASSE DE SA MATIERE ORGANIQUE.

LES ELEMENTS MAJEURS SONT DONNES AVEC UNE PRECISION DE 5 % RELATIVE EN MILIEU DE
GAMME ET LES ELEMENTS TRACES AVEC 10 % DANS LES MEMES CONDITIONS.

TOUTE VALEUR SUPERIEURE A LA LIMITE DE DOSABILITE PEUT ENTRAINER UNE INTERFERENC
NON CONTROLEES SUR L'UN QUELCONQUE DES AUTRES ELEMENTS.

 ------------
! ATTENTION: !
 ------------
    L'interpretation de toute valeur situee en dehors des seuils fixes par le
  laboratoire , est laissee au jugement du lecteur.
```

Tableau E-4 – Extrait du listing des résultats analytiques correspondant à la feuille Saint-Flour (1989) (laboratoire BRGM Orléans) donnant les limites et restrictions pour les analyses ICP.

Eléments	Limites inférieures de dosabilité	Limites supérieures de dosabilité	Unités
SiO_2	3	100	%
Al_2O_3	3	50	%
Fe_2O_3	1	100	%
MgO	1	50	%
CaO	1,5	100	%
Na_2O	0,5	16	%
K_2O	0,5	16	%
Mn	20	10 000	Ppm
P	100	10 000	Ppm
Ti	20	90 000	Ppm
Li	50	4 500	Ppm
B	10	1 800	Ppm
V	5	5 000	Ppm
Cr	10	3 000	Ppm
Co	10	4 000	Ppm
Ni	5	4 000	Ppm
Cu	3	1 000	Ppm
Zn	5	600	Ppm
As	10	1 300	Ppm
Sr	20	2 500	Ppm
Y	50	15 000	Ppm
Zr	50	15 000	Ppm
Nb	100	10 000	Ppm
Mo	1,5	5 000	Ppm
Ag	0,5	40	Ppm
Cd	4	250	Ppm
Sn	20	3 000	Ppm
Sb	30	2 000	Ppm
Ba	5	5 000	Ppm
La	100	5 000	Ppm
W	30	2 000	Ppm
Pb	15	3 000	Ppm
Bi	5	1 000	Ppm

Tableau E-5 – Limites analytiques pour les analyses au quantomètre – exemple de la feuille La Guerche-de-Bretagne (1978) (ces limites peuvent avoir varié pour d'autres feuilles suivant les dates d'analyses).

Annexe F

Synthèse des résultats géochimiques BRGM et SNEAP Exemples sur trois régions

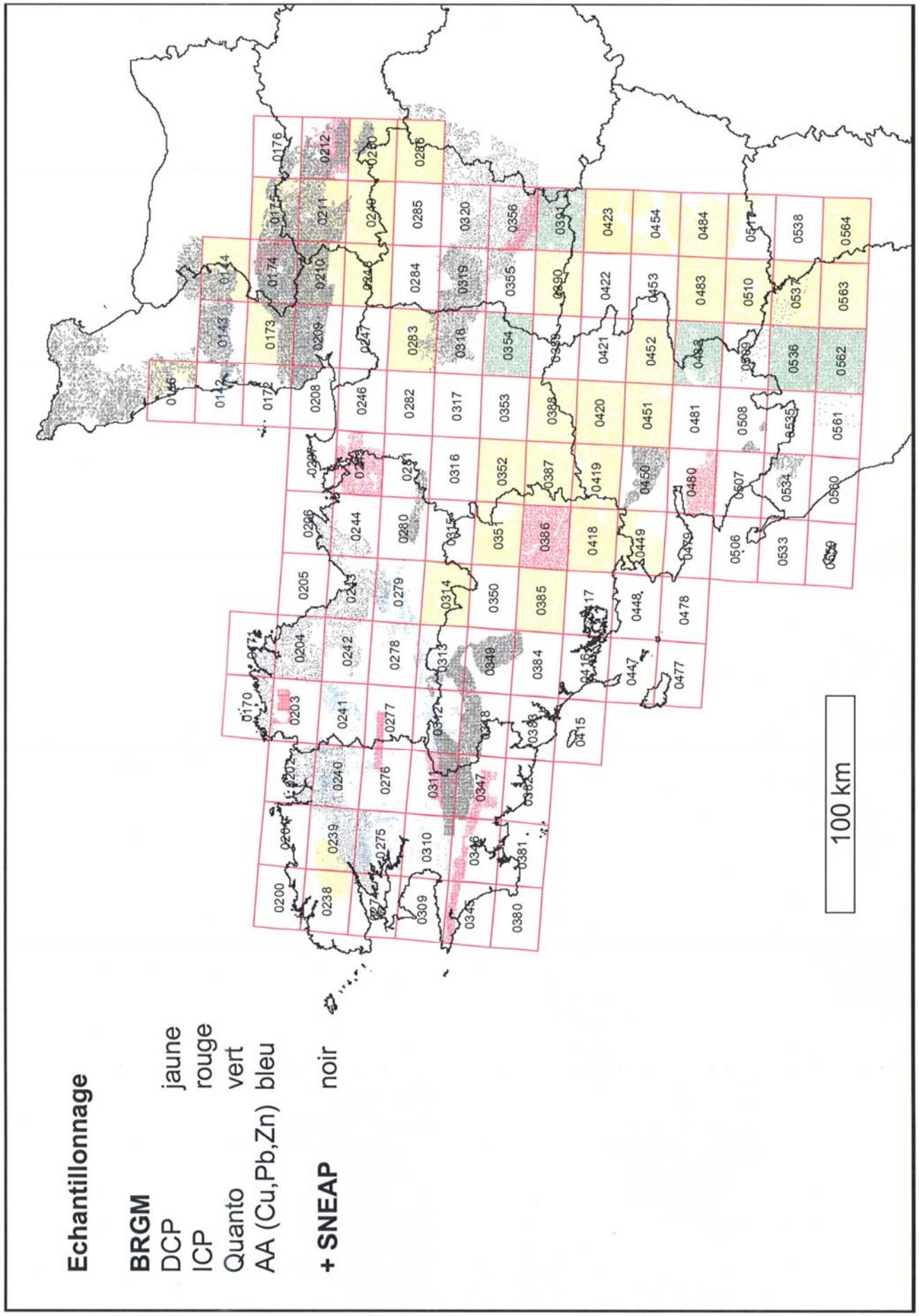


Figure F-1 - Inventaire minier BRGM + SNEAP (Massif Armoricain), géochimie. Localisation des échantillons.

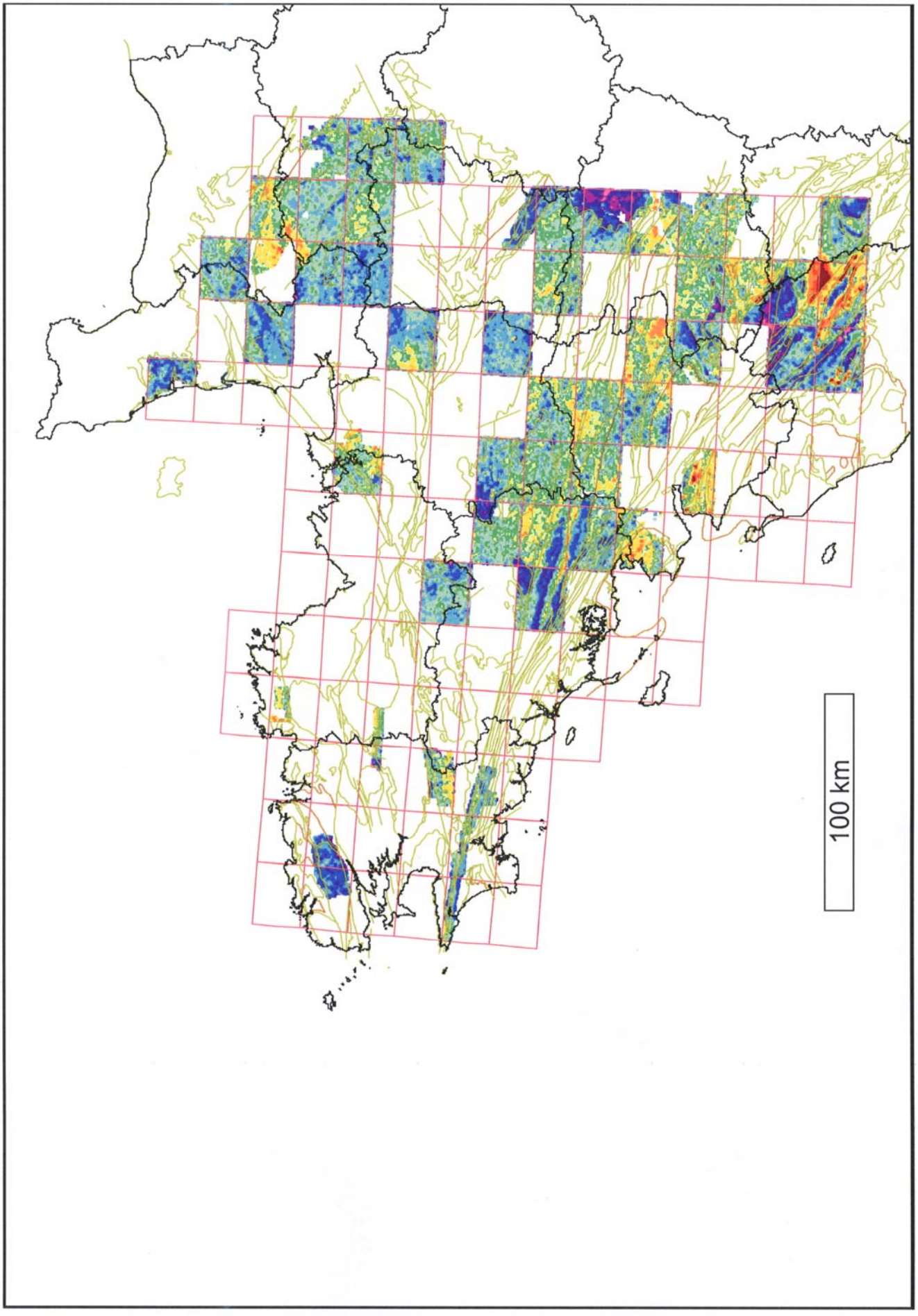


Figure F-2 - Inventaire minier BRGM (Massif Armoricain), géochimie. Répartition du Baryum (valeurs d'origine).

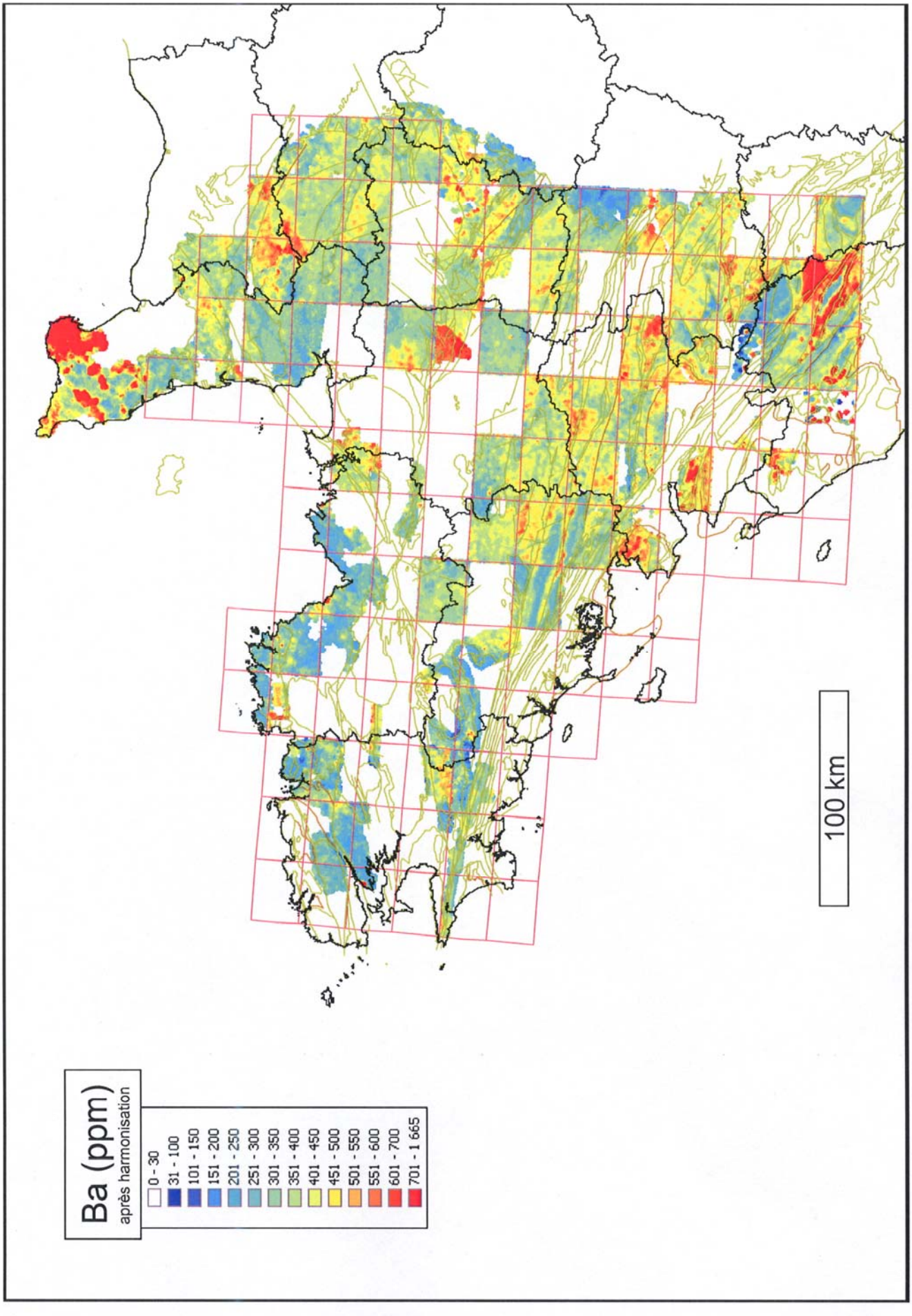


Figure F-3 - Inventaire minier BRGM + SNEAP (Massif Armoricain), géochimie. Répartition du Baryum (valeurs harmonisées).

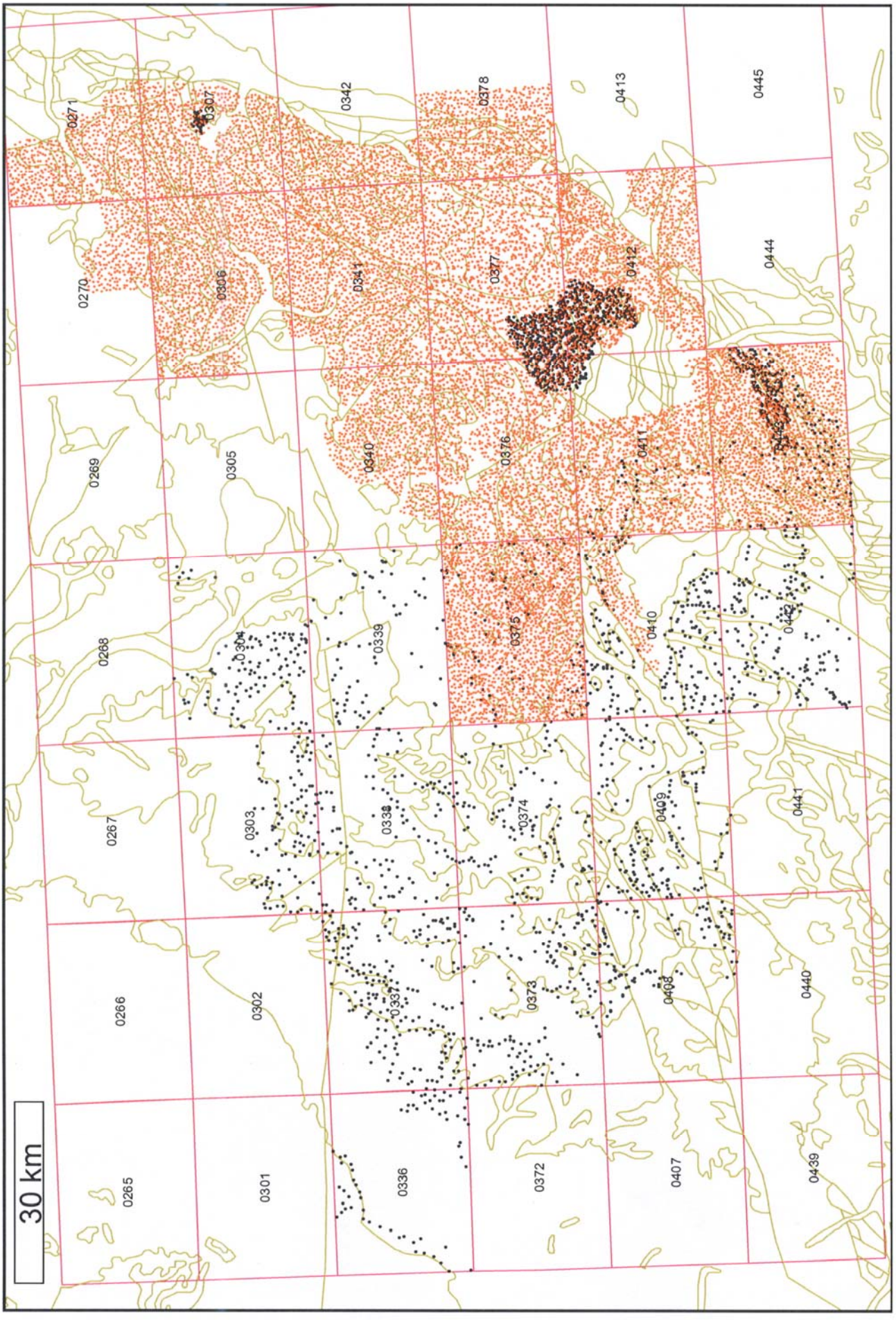


Figure F-4 - Inventaire minier BRGM + SNEAP (région Lorraine), géochimie. Localisation des échantillons BRGM (DCP), orange – SNEAP (Quantomètre), noir. Échelle 1/700 000.

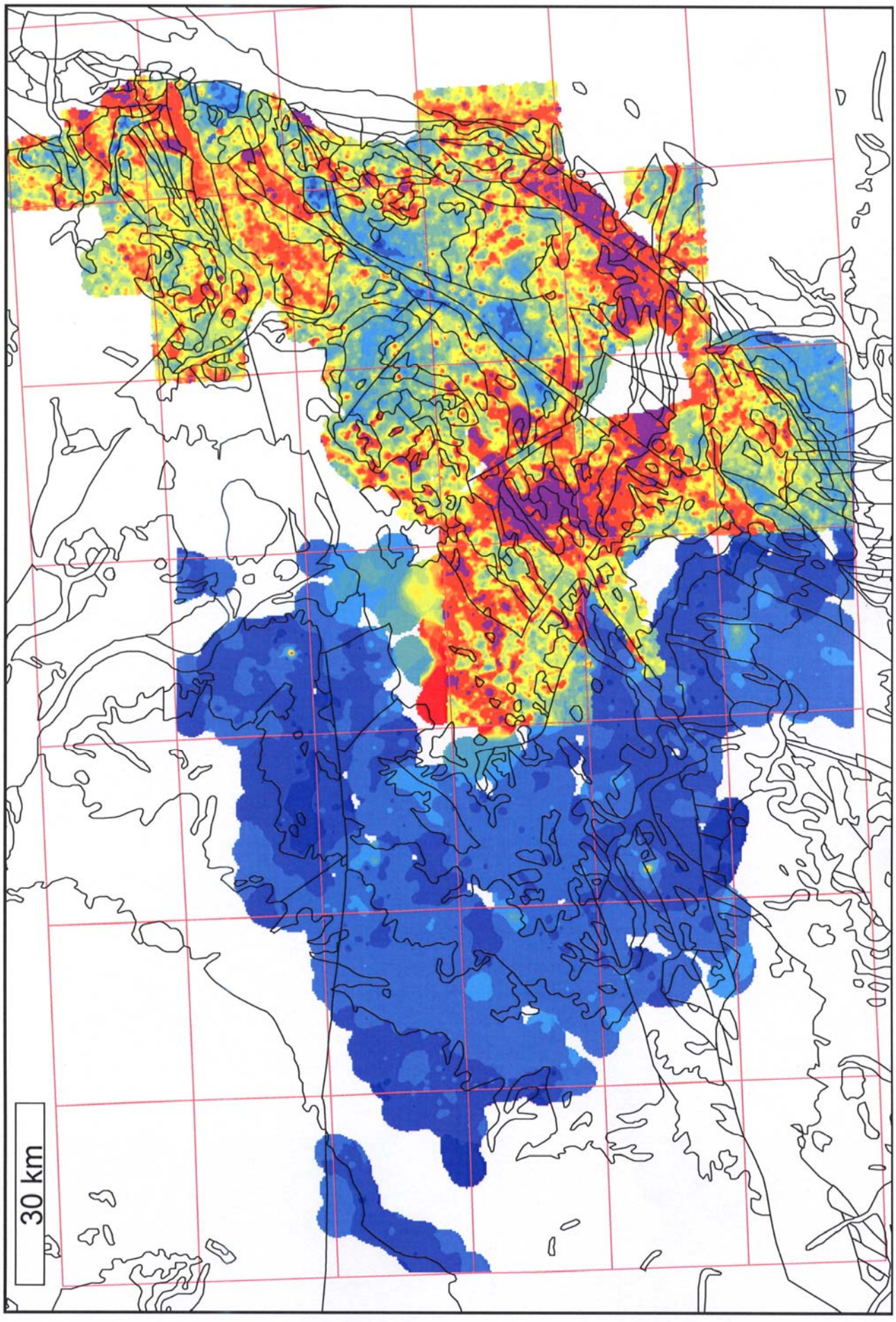


Figure F-5 - Inventaire minier BRGM + SNEAP (Lorraine), géochimie. Répartition du Baryum (non harmonisé).

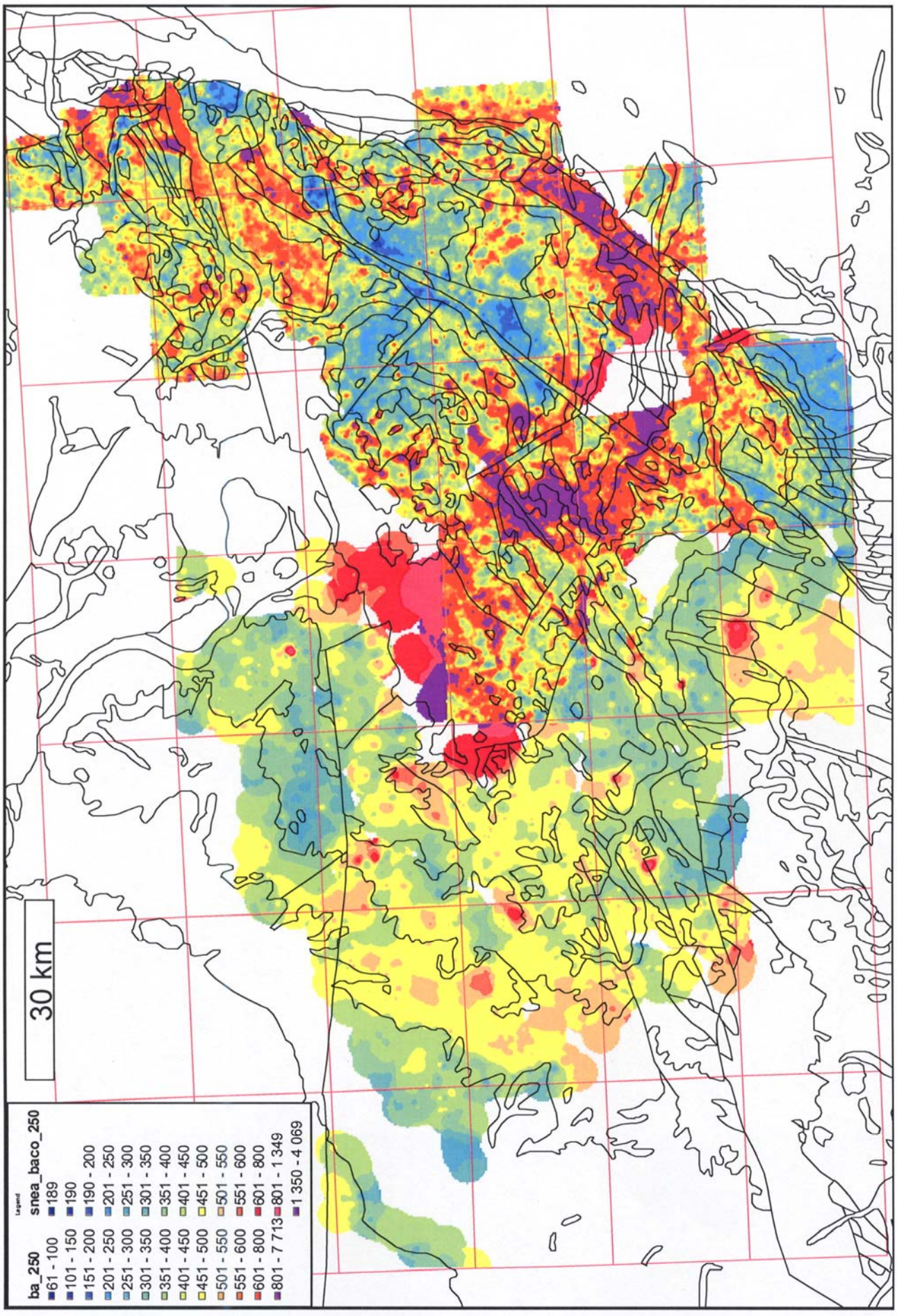


Figure F-6 - Inventaire minier BRGM + SNEAP (Lorraine), géochimie. Répartition du Bayum (harmonisé).

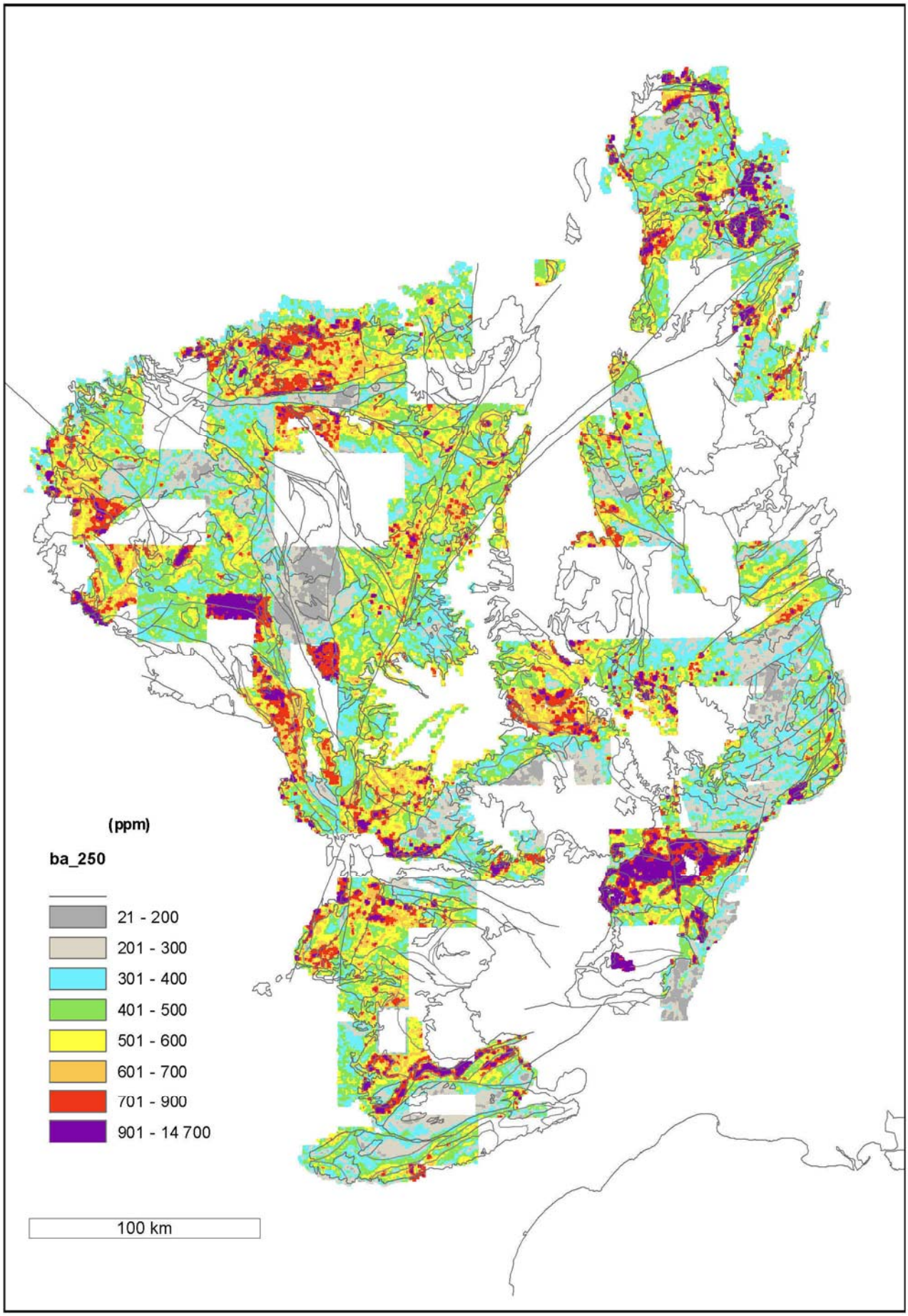


Figure F-7 - Inventaire minier BRGM (Massif Central), géochimie.
Répartition du baryum (d'origine).

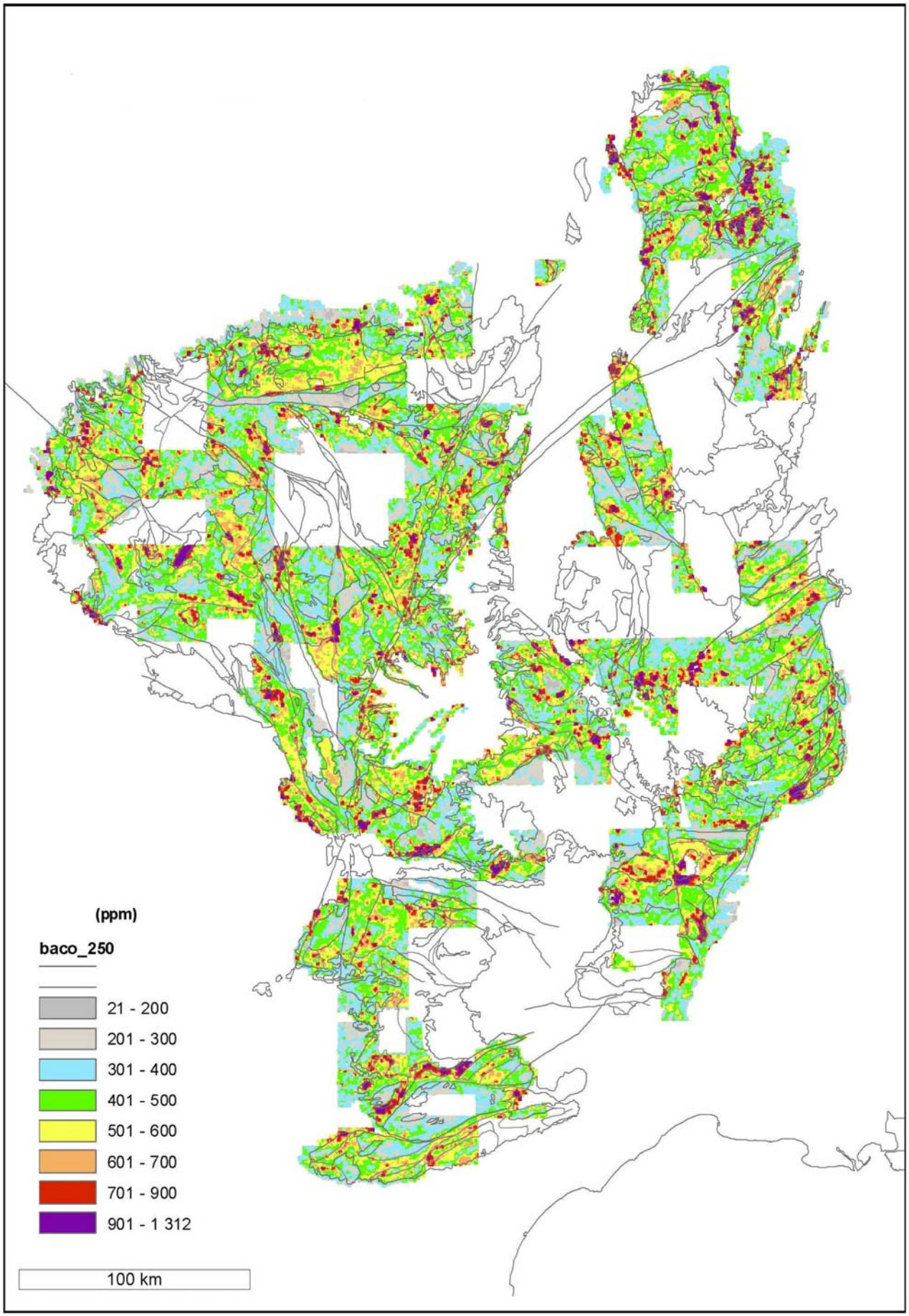


Figure F-8 - Inventaire minier BRGM (Massif Central), géochimie.
Répartition du baryum (harmonisé).

Centre scientifique et technique
Service ressources minérales
3, avenue Claude-Guillemin
BP 6009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34